EUGEN A. PORA

O CĂLĂTORIE ÎN CORPUL OMULUI

EUGEN A. PORA

O CĂLĂTORIE ÎN CORPUL OMULUI

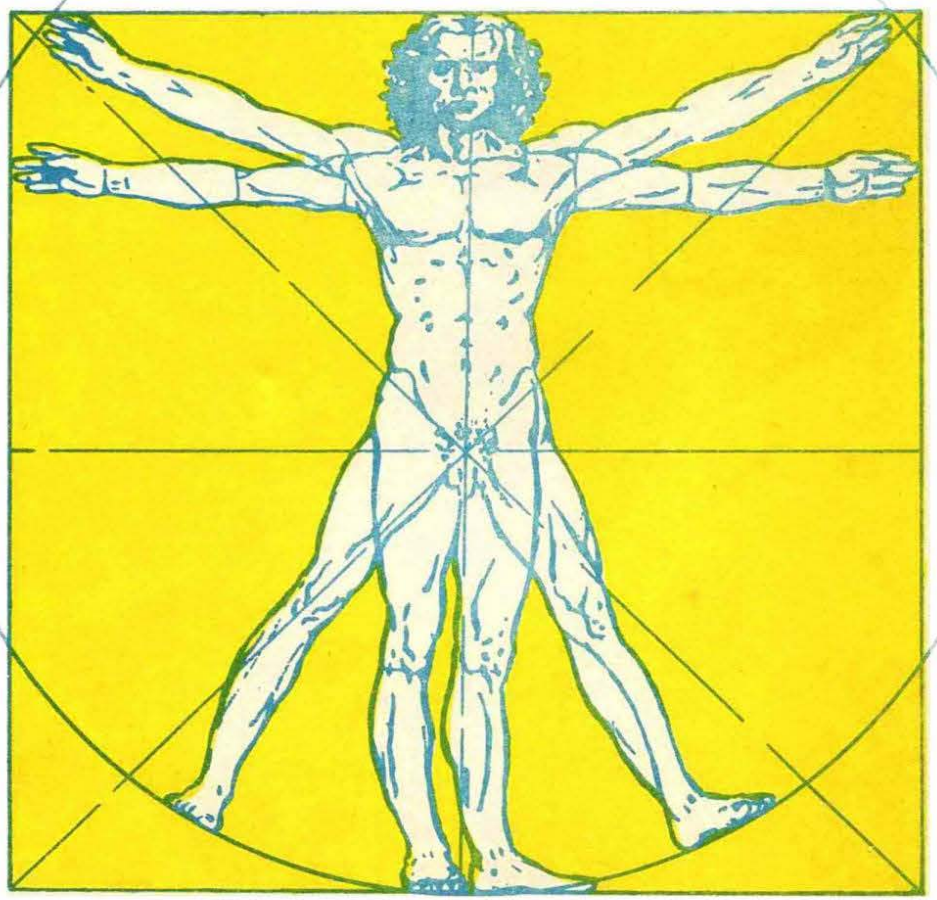
EUGEN A. PORA

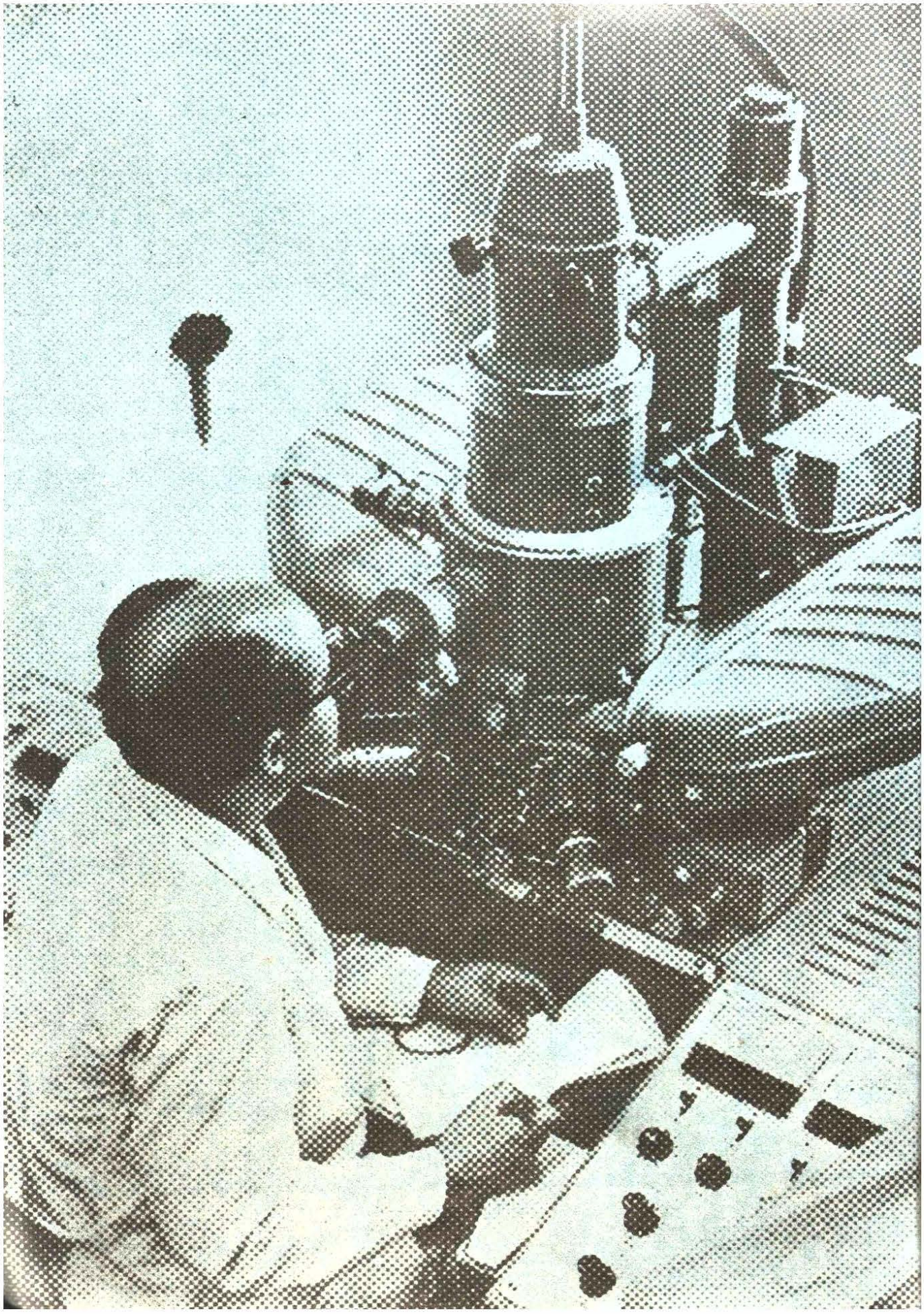
O CĂLĂTORIE ÎN CORPUL

Copertă și ilustrații :
N. NOBILESCU
GH. SCHMITZER

EDITURA ION CREANGĂ, BUCUREȘTI, 1985

OMULUI





DIN PARTEA AUTORULUI

Cunoaşterea corpului omenesc şi a felului cum funcţionează el în ansamblul lui este o necesitate pentru toţi tinerii zilelor noastre.

În acest corp există doar manifestări speciale ale materiei vii, care au la bază fenomene şi legi fizice şi chimice. Pentru însăşi formarea concepţiei noastre despre viaţă trebuie să ne cunoaştem mai întîi pe noi înşine şi să ne înţelegem locul în natură, alături de toate celelalte fiinţe vii, plante şi animale.

Cunoaştem în mare parte felul cum funcţionează organele, dar mai avem multe de cunoscut despre intimitatea fenomenelor din celulă, elementul de structură şi de funcţiune a tuturor vieţuitoarelor, cît şi despre felul cum se autoreglează corpul în ansamblul lui, ca o unitate individualizată şi încadrată în mediu.

Alături de lucrarea *„Cele 5 simţuri şi lumea"*, apărută în 1974, Editura Ion Creangă pune, prin acest nou volum, la dispoziţia tînărului cititor o serie de cunoştinţe despre lumea noastră internă, completînd astfel datele despre corpul omenesc.

În tratarea subiectului am recurs la unele fenomene imaginare pentru a putea pătrunde cu o navă de tip cosmic, redusă la dimensiuni micronice, în interiorul corpului omenesc. Astfel se poate arăta cum funcţionează organele noastre ca şi cum ne-am afla în ele. Cele două personaje care mă însoţesc în această călătorie, Mircea Olaru şi Valer Vişan, sînt bineînţeles inventate pentru nevoile călătoriei.

Aş vrea să adaug că încercări de astfel de „călătorii în corpul omului" au mai existat, atît scrise, cît şi cinematografiate, dar de altă factură. Tot ce este aici este original.

ACAD. EUGEN A. PORA

1

SĂ NU-ŢI VINĂ SĂ CREZI!

Prietenul meu de studenţie, Mircea Olaru, este un reputat specialist în studiul cîmpurilor electromagnetice. Lucrările sale sînt cunoscute în toată lumea şi se bucură de un prestigiu internaţional ca puţine altele. Ne vedem adesea prin Capitală, pe la şedinţele Academiei şi întotdeauna stăm de vorbă cu plăcere, amintindu-ne de vremea tinereţii noastre şi a greutăţilor pe care a trebuit să le învingem ca să ne împlinim în lupta vieţii. Din cînd în cînd ne mai dăm un telefon sau ne scriem felicitări de sărbători.

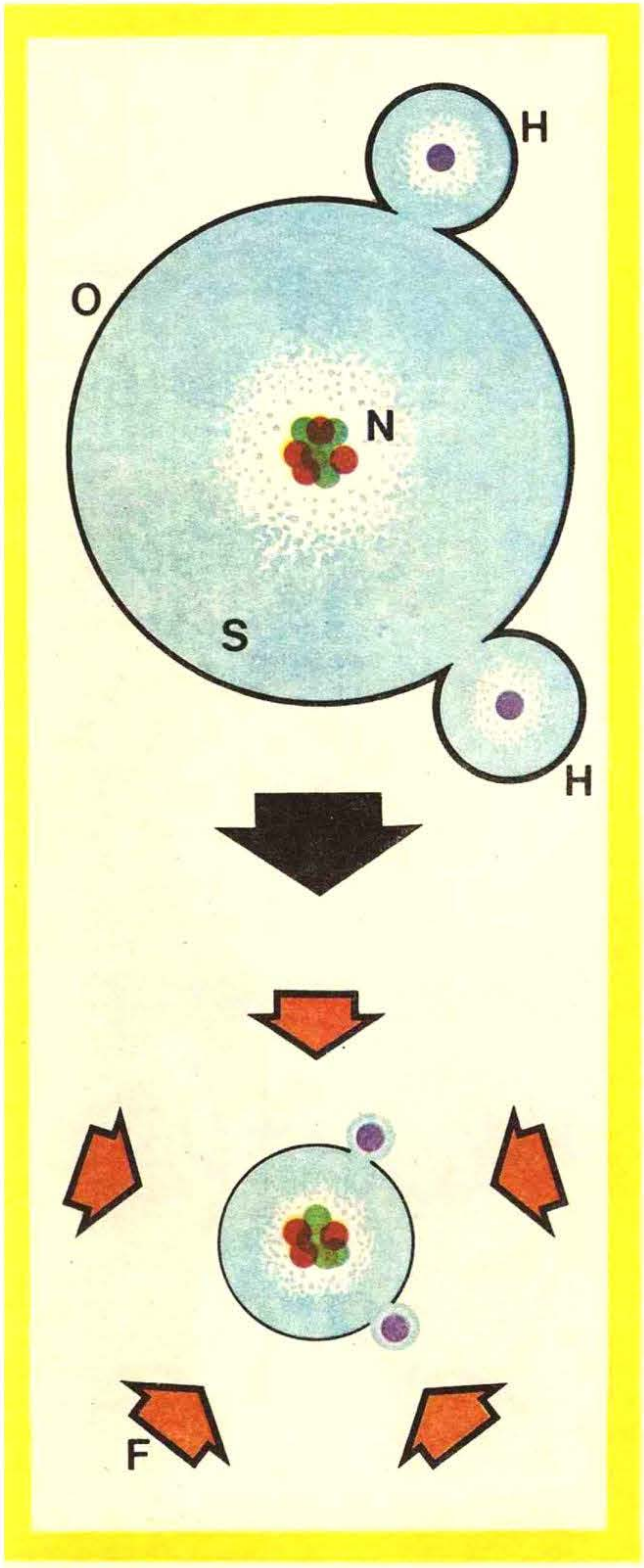
Nu mică mi-a fost deci mirarea cînd am primit de la el o telegramă, pe care o reproduc: „Fă-ţi o zi liberă şi vino de urgenţă să mă vezi stop e vorba de ceva foarte serios pentru amîndoi stop Mircea". La telefonul la care l-am căutat imediat nu a răspuns nimeni. Abia peste o săptămînă m-am putut elibera de treburile mele şi am plecat la Bucureşti. L-am căutat la Institutul de fizică atomică unde îl mai întîlnisem altădată.

— Iată despre ce este vorba, mi-a spus el de îndată ce ne-am strîns mîna. Am izbutit să condensez atomul de aproape o sută de mii de ori cu ajutorul unor cîmpuri electromagnetice pulsatorii de forţe dirijate. Asta practic înseamnă că pot micşora volumul unui corp de aproape o sută de mii de ori şi să-l menţin ca atare. Multe din obiectele din laborator au fost micşorate pînă deveneau invizibile cu ochiul liber. Doar cu lupa sau microscopul mai puteau fi găsite pe locul unde au fost. Acţionînd apoi în sens pulsator invers, obiectele revin la volumul şi talia lor iniţială.

— Mircea, dar e grozav ceea ce îmi spui! Este oare posibil?...

— Desigur că te uimeşte ce-ţi spun. Dar volumul obiectelor este dat de distanţa dintre atomii care le alcătuiesc, iar volumul atomului este o structură în care nucleul, care cuprinde aproape toată masa lui, stă în centru şi este înconjurat de un nor de electroni, ce se găsesc la foarte mari distanţe faţă de nucleu. Această structură seamănă mai mult cu un gol uriaş la scară atomică.

Ştiam toate acestea din schema lui Niels Bohr asupra atomilor şi apreciam claritatea cu care Mircea mă conducea la înţelegerea acestui „gol uriaş la scară atomică".



MICŞORAREA SPAŢIULUI ATOMIC LA O MOLECULĂ DE APĂ

F. FORŢE ELECTROMAGNETICE PULSATORII
H. HIDROGEN
N. NUCLEU
O. OXIGEN
S. SPAŢIU ATOMIC

— Dar vei înţelege mai bine dacă exemplific raporturile. Considerînd că nucleul este de mărimea unui măr, atunci norul de electroni se găseşte la o distanţă de cîteva sute de metri depărtare. Vezi bine deci că se poate vorbi de un adevărat gol atomic. Atomii se ating între ei prin norii lor de electroni şi chiar reacţiile chimice au loc între electronii elementelor. Ei bine, dacă s-ar putea micşora distanţa dintre nucleu şi norul de electroni, atunci s-ar micşora însuşi volumul atomului şi prin aceasta al obiectelor pe care ei le formează. Ori eu, dragul meu, tocmai asta am izbutit să fac. Cu ajutorul energiei electromagnetice pulsatorii într-un inel magnetic continuu, comprim norul de electroni, îl împing mult înspre nucleu, astfel că micşorez volumul atomic. Deocamdată am izbutit să îl apropii pînă la circa o sută de mii de ori faţă de cum este el în natură. Mai departe nu am mers. Probabil că nici nu se mai poate acum, căci se opun forţele de respingere dintre electroni, sau alte forţe încă necunoscute. Şi, drept să-ţi spun, deocamdată nici nu mă interesează să merg pînă la contopirea electronilor în masa nucleară. Asta este o altă problemă, de care am să mă ocup mai tîrziu. Dar ceea ce am obţinut acum îmi dă posibilitatea să micşorez lucrurile pînă la o valoare pe care o consider suficientă pentru ceea ce doresc să fac împreună cu tine.

Stăteam pe o canapea în faţa biroului, iar Mircea se plimba prin faţa unei table de sticlă mată pe care îmi desena toate acestea. Le înţelegeam clar, cu toate că niciodată nu mi-am pus problema micşorării spaţiului atomic.

— Stai, că nu e totul, continuă prietenul meu din tinereţe. Am supus micşorării un şobolan şi altă dată un cîine, pînă la talii de cîteva sute de microni. Abia i-am găsit cu lupa. Apoi i-am readus la mărimea lor normală. Animalele nu păreau să se resimtă după o astfel de încercare. Aceasta o consider eu ca cea mai mare realizare a micşorării volumetrice a lucrurilor. Experienţele le-am repetat cu plante, apoi cu şoareci, pisici, cu muşte şi întotdeauna revenirea la talia normală se pare că nu lasă nici o urmă. Tu va trebui totuşi să dovedeşti experimental acest lucru, măsurînd nişte parametri funcţionali, pe care îi vei crede de cuviinţă, ca să avem siguranţa că micşorarea atît de avansată a corpului nu modifică funcţionarea organismului. Numai astfel vom căpăta siguranţa că experienţele mele nu sînt periculoase pentru viaţă.

Eram atît de uluit de cele auzite încît mă pierdusem în gînduri. Un cîine micşorat pînă la dispariţia lui vizuală avea oare aceleaşi bătăi de inimă, respira la fel, digestia lui nu se schimba? Şi dacă revenea la talia normală nu prezenta nici o modificare a acestor funcţiuni?... Mircea ştia desigur la ce mă gîndeam.

— Dar hai mai bine să-ţi arăt astfel de lucruri. Altfel poţi crede că aiurez sau că am înnebunit.

Într-un mare laborator alăturat erau instalate nişte aparate atît de neobişnuite încît nici nu le pot descrie. Se părea că sînt nişte gheare enorme în formă de cupe, care aveau la mijloc un cilindru de cuarţ,

cu o deschidere de peste 1 metru spre o platformă de oțel, ce era conectată la pămînt prin cabluri radiare. Ghearele erau legate prin cordoane groase de sîrme la niște dulapuri de comandă electronică, care ocupau un perete întreg al laboratorului. În mijlocul acestuia se găsea o masă cu multe butoane, pîrghii, beculețe și lumini roșii, albe, verzi, galbene, cu telefoane și dictafoane, camere de TV, proiectoare. Mircea se îndreptă spre scaunul turnant al acestui centru de comandă.

— De obicei lucrez cu Vișan. Dar acum este plecat la Biblioteca Academiei. Nu știam exact cînd vii, așa că am să-ți arăt eu cum se micșorează și dispare un scaun. Ia-l, te rog, pe acela de lîngă zid și pune-l pe platformă, la mijloc.

După ce am făcut această operație, Mircea a început să manevreze niște butoane. Un sunet straniu, ca de orgă electronică, s-a auzit în laborator și sub ochii noștri scaunul se micșora din ce în ce. Priveam cu ochii larg deschiși acest fenomen unic. Eram puțin înspăimîntat. La un moment dat scaunul arăta ca unul de păpuși.

— Ia-l în mînă, îmi spuse Mircea, oprind instalațiile din strînsoarea magnetică a ghearelor.

L-am prins cu două degete, după cum cerea ochiul la o astfel de micime. Dar greutatea lui era ca a unui scaun normal și a trebuit să-mi pun toată puterea mîinilor, pentru a ridica acest scăunaș greu.

— Nu e de mirare, îmi spuse Mircea. Am izbutit să micșorez distanțele dintre nuclee și norii lor de electroni, dar nu am putut schimba greutatea atomică a elementelor și deci greutatea lor. Din cauza aceasta obiectele își păstrează greutatea lor, indiferent la ce volum le micșorez. Dar hai să continuăm. Pune din nou scăunelul pe platformă.

Aparatele au fost din nou puse în funcțiune și scăunelul a continuat să se micșoreze pînă a dispărut din vedere.

— Ia luneta aceasta și uită-te la scaun.

Într-adevăr în mijlocul platformei scaunul continua să se micșoreze pînă nu l-am mai văzut.

— Îl pot micșora pînă la 25 de microni. Dar el își păstrează greutatea normală. Acest lucru mă împiedică să realizez o idee pe care o visez de mult.

Mircea a oprit instalația. S-a sculat de la pupitrul de comandă și a venit spre mine.

— Mă preocup acum să învinge gravitația, în așa fel încît paralel cu micșorarea volumetrică să se producă și ușurarea greutății. Încă nu am rezultate sigure, dar cred că sînt pe drumul cel bun. Am în laboratorul de la universitate o instalație antigravitațională, care îmi reduce greutatea obiectelor cu ceva. Eu vreau însă să ajung la completa lor imponderabilitate, să le scot de sub influența undelor sau a particulelor care le atrag spre centrul Pămîntului. Sînt sigur că voi obține și aici rezultate mai bune. Vișan crede că nu va trece un an și vom deține secretul gravitației.

Prietenul meu se plimba în lungul laboratorului. Era adîncit în gînduri. Apoi s-a dus la instalația de comandă, a declanșat funcționarea aparaturii și scaunul a apărut, s-a mărit pînă la talia normală. Atunci sunetul straniu de orgă s-a oprit și noi am rămas amîndoi fiecare cu gîndurile sale.

Toate cele văzute azi, cît și ideea obținerii imponderabilității m-au zăpăcit cu totul. Asta însemna că ne vom putea desprinde de Pămînt fără atîtea rachete, combustibili, instalații și vom putea pluti prin atmosferă și prin Cosmos avînd doar o placă antigravitațională? Numai în cele mai îndrăznețe visuri omul a întrezărit așa ceva.

— Aş vrea, spuse deodată Mircea, ca după ce perfecţionez şi obţinerea antigravitaţiei, adică micşorînd volumul şi scăpînd de gravitaţie, să-ţi propun ca amîndoi, tu ca biolog, eu ca fizician, să ne micşorăm la talii de milimetri sau chiar microni şi să întreprindem o călătorie în corpul lui Vişan.

— Ce să facem?... Ce ai spus?... Să facem o călătorie în corpul lui Vişan?... Mircea, tu îţi dai seama ce vorbeşti?...

— Ai dreptate să fii tulburat, dragul meu. Pare ceva de necrezut ce-ţi spun şi totuşi este realizabil. Ai văzut singur că obiectele se pot micşora pînă la invizibil şi apoi să revină la normal. Asta am făcut-o şi cu animale. Dacă izbutesc să învinq gravitaţia, atunci noi doi vom fi primii oameni supuşi micşorării şi fără greutate care vor face o călătorie prin corpul unui om. Vişan, cu care am discutat demult toate acestea, este de acord să ne „găzduiască", să ne urmărească în drumul nostru şi să ne elibereze la momentul în care i-o vom cere. Astfel vom şti ceva mai mult despre alcătuirea amănunţită a organelor noastre şi a felului cum funcţionează ele. Tu, ca biolog, ar trebui să fii interesat într-o astfel de călătorie! Ce zici?... Nu-ţi cer un răspuns acum. Au fost prea multe surprizele şi poate e greu să judeci lucrurile limpede. Aşteaptă să pot învinge gravitaţia şi atunci îmi dai răspunsul. Vom fi doi omuleţi de talii invizibile, care într-o navă de aceleaşi dimensiuni, vom pătrunde în corpul lui Vişan, vom vedea cum îi bate inima, cum se umflă plămînii, cum filtrează rinichii şi multe alte lucruri, pe care nu le înţeleg acum prea bine. Sînt, după cum vezi, direct interesat să ştiu cum funcţionează corpul ăsta al meu, care îmi dă atîtea probleme şi pare atît de puţin cunoscut.

Am rămas buimăcit de tot ceea ce îmi puteam imagina, după spusele lui Mircea, încît un timp nu am putut scoate nici un cuvînt. În capul meu vîjîiau imagini şi sunete de tot felul într-o învălmăşeală teribilă. Cum să intri şi cum să ieşi dintr-un corp omenesc? Grozav ar fi să poţi vedea ficatul, să simţi cum se strînge tubul digestiv, să ajungi la creier!... Mircea m-a luat de braţ şi am ieşit din laborator. Am stat cîteva zeci de minute în fotolii, în biroul său, fără să vorbim, fiecare gîndind la aventura pe care şi-o închipuia după fantezia sa.

— Ei, hai să mergem acum acasă, la culcare, mi-a spus după un timp. Mîine dimineaţă o să facem o probă de micşorare chiar cu Vişan, care de mult îmi spune că s-ar supune la o astfel de încercare, sub directa mea supraveghere. Mîine vei vedea deci ceea ce nimeni nu a mai văzut: omul care dispare! Şi nu va fi o poveste! Ştiinţa poate întrece în realităţile ei orice imaginaţie a minţii noastre poetice!

A doua zi dimineaţă l-am reîntîlnit şi pe Valer Vişan, un „băiat" vesel şi optimist, care nu trecuse încă de 40 de ani şi care era, ca şi maestrul său, legat de ştiinţă pentru totdeauna. El era specializat în electronică, fiind considerat ca unul din bunii cibernetic ieni ai noştri. Nu era nici el căsătorit şi îl ştiam ca pe cel mai apropiat colaborator al lui Mircea, cu care împărţise multe succese ştiinţifice. Erau acum prieteni buni ce se respectă reciproc, cu totală încredere unul în altul.

În timp ce Mircea controla masa de comandă a instalaţiei de micşorare, Vişan mi-a vorbit entuziast de ceea ce făceau împreună şi de ceea ce mai aveau să facă. Mi-a mărturisit că este gata să se supună micşorării sub comanda maestrului său pentru a-mi putea spune ce simte.

Mircea a venit la noi, cu Vişan a mai schimbat unele indicaţii tehnice, apoi mi-a spus:

— Pregăteşte-te acum să-l vezi dispărînd pe Vişan.

Acesta s-a suit pe platforma de oţel dintre ghearele electromagnetice şi ne zîmbea linistit. Ochii lui exprimau toată încrederea în maestrul său de la pupitrul de comandă. Sunetul de orgă s-a auzit şi Mircea manevra butoane, pîrghii, urmărea beculeţe şi din cînd în cînd arunca cîte o privire spre Vişan. Acesta începuse să se micşoreze. Ne zîmbea şi ne spunea că în jur totul creşte neobişnuit. Îi auzeam glasul în receptoarele instalate nu ştiu pe unde. La un moment dat Vişan nu mai putea fi văzut: „dispăruse" — de fapt era sub limita de vizibilitate a ochiului liber.

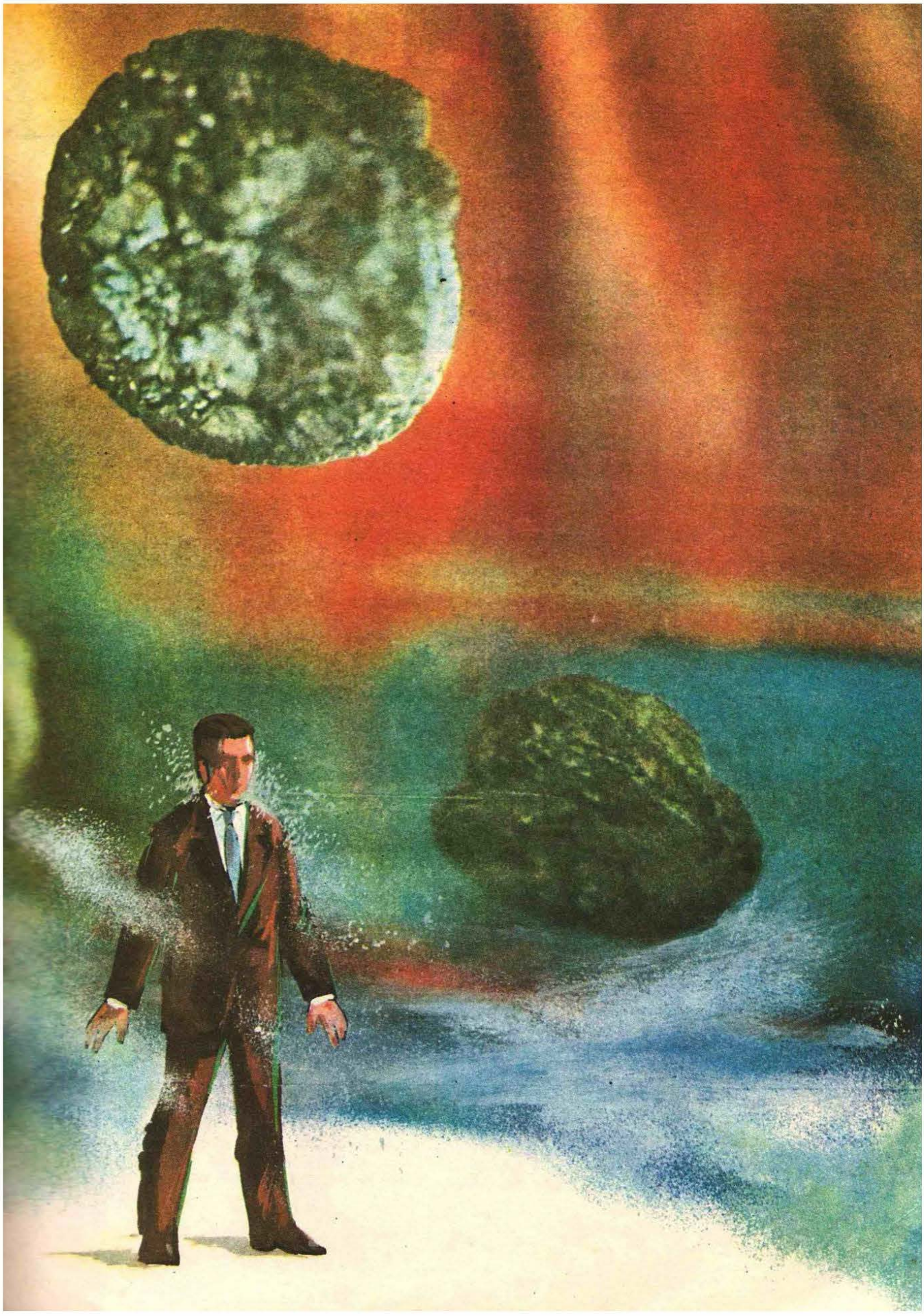
— Am ajuns într-o lume nouă. Prin aer trec bolizi, iar lîngă mine cresc bolovani şi stînci. Ştiu că sînt grăuncioare de praf care plutesc sau se depun în jur. Dar nu pot să nu mă minunez de acest microcosmos pe care nu l-am cunoscut. Încep să văd structurile cristaloide ale metalului pe care stau, iar în nişte agregate moleculare, ca nişte dîmburi, se vede ceva ce se mişcă. Probabil sînt resturi organice în care mişună bacterii. Cît de minunată este această lume mică, în care totul pare gigant, uriaş...

Mircea îmi arătă magnetofonul, care înregistra tot ceea ce spunea Vişan despre noua lui lume.

— Nu simt nici o schimbare în gîndirea mea. Membrele îmi funcţionează normal, pot să mă mişc, să ating obiectele. Mă aplec spre dîlma de substanţă organică şi iau în mînă o bacterie. Are aici dimensiunea unor mititei, dar nu îi simt absolut nici o greutate. E ca un balon de săpun, care îşi păstrează forma chiar dacă îl ating. Dar sînt sute de astfel de bacterii şi chiar altele sferice ca nişte coci, iar printre ele se înşurubează altele ca nişte vibrioni. La această talie a lor nu mă pot infecta cu ele.

— Chiar! Ne gîndim să luăm cu noi un aparat foto sau de film şi, de ce nu, chiar unul de televiziune. Trebuie să fie o lume absolut nouă, o lume microscopică la talie de gigant, îmi spuse Mircea supraveghind cu atenţie masa de comandă.

— Îmi simt inima în piept bătînd în acelaşi ritm, continuă să se audă vocea lui Vişan la microfoane. Nu ştiu dacă aici timpul are alte dimensiuni decît acolo sus. Dar toată lumea asta mă umple de o curiozitate cu care depăşesc orice teamă. Mărturisesc că la început îmi era puţin frică de „uriaşa" lume a microcosmosului. Acum îmi pare rău că sînt singur aici şi nu pot împărtăşi şi verifica impresiile cu cineva, care să stea alături de mine. Dar vă propun să facem odată experienţa în doi, căci cîte nu s-ar putea discuta la această scară de micimi!



Mircea a anunțat că pentru moment este suficient și a început să îl readucă pe Vișan spre mărimea lui naturală. L-am urmărit cu luneta, apoi cu binoclul și, în sfîrșit, cu ochii liberi, cum creștea mereu, pînă și-a revenit complet. Avea zîmbetul încrederii și fața îi oglindea încă mirarea. Se uita admirativ la maestrul său și, după ce aparatele s-au oprit, s-a dat jos și și-a îmbrățișat prietenul într-un gest de adorare, șoptindu-i: „Mulțumesc pentru ce am văzut! Este absolut extraordinar!".

După ce ne-am revenit cu toții Mircea a dat drumul glasului înregistrat și Vișan a mărturisit că nu a simțit nici o schimbare în dimensiunile timpului și că totul este exact așa cum spune.

A doua zi am fost la laboratorul de fiziologie animală, unde era profesor un coleg și prieten de al meu și l-am rugat să-mi pregătească doi cîini cu cîteva reflexe condiționate, pe care apoi aș vrea să îi supun unor teste de verificare în legătură cu un fel de iradiație. Colegul meu se ocupa de mult cu studiul acestor reflexe și mi-a spus că peste trei săptămîni pot avea cele două animale.

Am venit din nou în capitală, am dus cîinii la laboratorul lui Mircea și aceștia au fost micșorați pe rînd, pînă la talii de 200 de microni. Unul a fost lăsat în această stare o oră, altul 5 ore, apoi au fost readuși la talia inițială. Eu i-am luat, i-am dus la colegul meu de la fiziologie și l-am rugat să le verifice reflexele condiționate formate în prealabil, să vadă dacă nu cumva acestea au dispărut sau s-au alterat. De asemenea să supravegheze animalele cîtva timp și să observe dacă nu prezintă simptome anormale la diferitele funcții de digestie, excreție, mișcare etc. Am stat la București timp de o săptămînă lucrînd cu acest coleg la verificările cerute de mine. Nu s-a constatat nici o modificare în comportamentul și funcțiile animalelor, ceea ce confirma experimental observațiile empirice ale lui Mircea asupra animalelor pe care el le-a micșorat și apoi le-a readus la talia normală. Colegului meu i-am mulțumit pentru acest ajutor, dar nu i-am putut spune decît că ele au fost supuse unui cîmp magnetic și eu voiam să știu dacă acesta nu schimbă ceva din viața animalului.

Mircea și Vișan s-au bucurat de acest rezultat și acum aveam cu toții încredere că micșorarea spațiilor atomice nu schimbă raporturile dintre aceștia și nici alcătuirea moleculelor, deci nici funcțiunile legate de aceste structuri proteice.

*

A trecut aproape un an de la aceste întîmplări neobișnuite, despre care Mircea m-a rugat să nu vorbesc nimănui. Îmi venea din ce în ce mai greu să cred că au fost reale. Timpul le-a aruncat în lumea fanteziei și mă întrebam tot mai mult dacă le-am văzut sau sînt numai rod al închipuirii mele și poate al sugestiilor lui Mircea.

Dar într-o după-masă am primit un alt telefon de la prietenul meu de tinerețe: *„Dragul meu, te anunț că am izbutit în ceea ce îmi propusesem. Într-un ceas sîntem la tine. Venim în zbor, fără avion și fără aripi. Vrem să discutăm proiectul călătoriei noastre. La revedere!"*

Seara se lăsa încet peste geamurile casei mele. Nu a trecut ora anunțată și cineva îmi bătea în geam. Cînd l-am deschis, doi omuleți de circa 20 cm fiecare stăteau pe o platformă, avînd la spate un fel de motor cu elice. Au intrat plutind în cameră și s-au așezat pe masa mea de lucru.

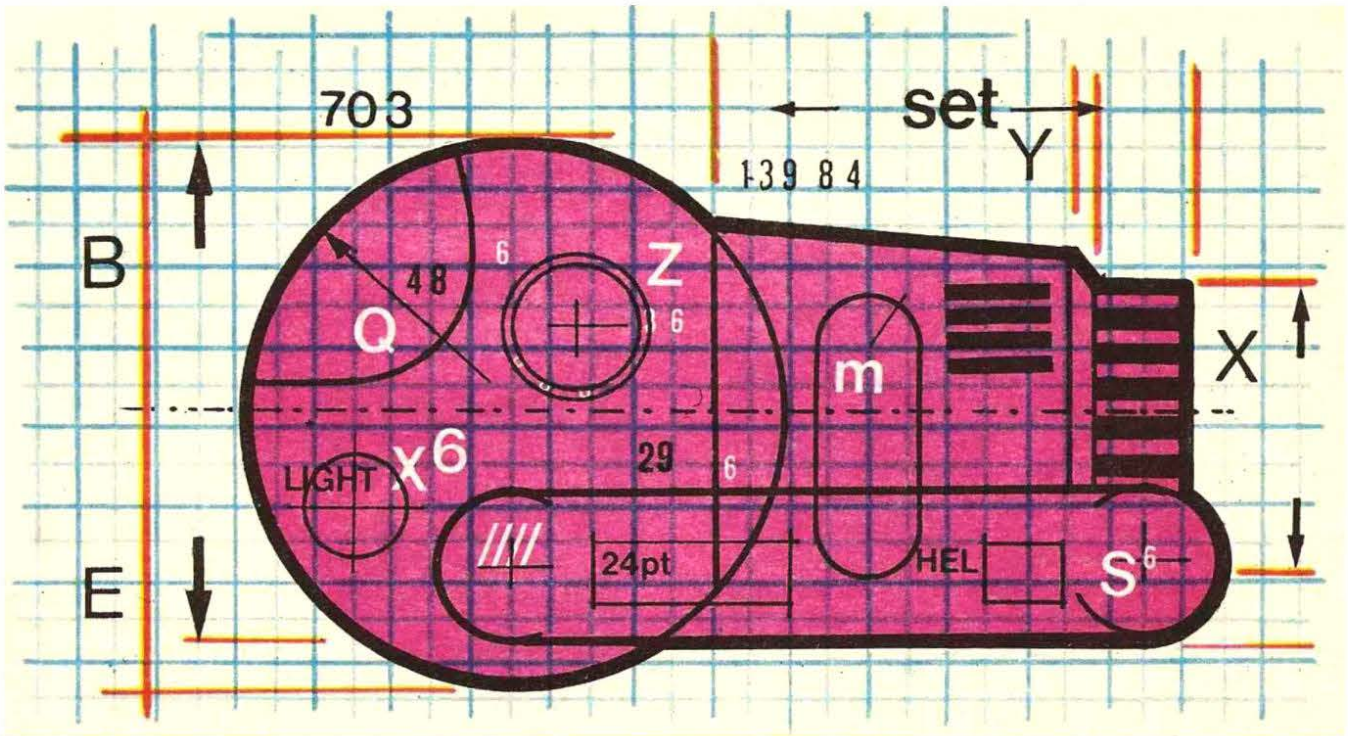
— Iată-ne, spuse vocea lui Mircea, pe care l-am recunoscut apoi în unul din cei doi vizitatori. Ne-am micșorat talia și motorul ca să ne fie mai ușor să străbatem atmosfera. Motorul magnetic este silențios și ne împinge în direcția în care dorim. Astfel de ambarcații există în regiunile de mlaștini și ape, la scară omenească, dar sînt cu motor de explozie și fac zgomot.

Mircea și Vișan au coborît de pe scăunelele lor și s-au așezat pe niște cărți, la margine, astfel că stăteau destul de comod.

— Acum toate problemele sînt rezolvate și am venit să te invităm să participi la organizarea călătoriei proiectate în corpul lui Vișan. Cred că vom mai avea de lucru cîteva luni cu pregătirile. Tu trebuie să ne ajuți, să precizezi modul cum vom fi introduși în corp, organele pe care le vizităm și felul cum vom ieși din corpul lui Vișan, care este gata să ne primească și a pus la punct toată aparatura electronică prin care va putea să ne urmărească în drumul nostru. El va ști în orice moment unde ne găsim și va putea intercepta toate semnalele noastre, înregistrîndu-ne și vocile pe magnetofonul pe care le va asculta și el. Iar prin imagini de TV va putea să vadă ceea ce vom vedea și noi. A avut mult de lucru cu toate acestea, dar le-a făcut bine.

Mărunței mei prieteni vorbeau ca și cînd am fi stat cu toții pe fotolii comode. Nu le-am putut oferi nimic la această talie, dar nici nu au dorit ceva. Au venit, după cum spuneau, mai mult ca să facă dovada că totul este posibil și să mă convingă de realitatea proiectului lor. Peste vreo zece zile o să merg la București, pregătit pentru expediția anatomo-fiziologică în corpul lui Vișan. Am mai stat de vorbă despre multe și mărunte. Trăiam acum un adevărat roman științifico-fantastic, numai că el se petrecea aievea și nu în vis. Ne-am hotărît că numai după ce vom termina cu bine expediția, vom avea material documentar suficient, să dezvăluim lumii întregi reușita noastră.

— Mă tem mult de intervenția unor mașinații străine, ne spuse Mircea. Pe la congrese fel de fel de oameni îmi dădeau mereu tîrcoale; ei cred că știu destul de multe despre cîmpurile pulsatorii electromagnetice. Nu am spus nimănui nimic despre ceea ce lucrăm noi cu Vișan și despre laboratoarele noastre; atît cele de la Institut, cît și cele de la Universitate, au instalații de siguranță, la care nimeni nu s-a gîndit, căci sînt tot pe bază magnetică. Ele ne feresc de surprize neplăcute. Dar în lume sînt savanți care sînt gata să descopere puterea de condensare a atomului, iar țările lor ar da oricît să cunoască secretele noastre. De asta nu am luat nici un brevet pe tot ceea ce am făcut cu Vișan.



Hotărîrăm deci să păstrăm o tăcere completă asupra a tot ceea ce s-a realizat şi asupra călătoriei noastre; eram mîndri fiecare că astfel de rezultate s-au obţinut la noi.

Omuleţii mei au plecat apoi aşa cum au venit şi după vreo oră mi-au confirmat telefonic sosirea lor cu bine la Bucureşti.

Începeam să nu mă mai mir de ceea ce putea face prietenul meu, savantul Mircea Olaru. Începeam să consider că toate acestea sînt perfect normale şi că dimensiunile noastre depind de un anumit cîmp de forţe electromagnetice planetare. Slăbirea acestui cîmp ar putea duce la giganţi, intensificarea lui la pitici. Eram sigur că talia fiinţelor pe alte planete trebuia să depindă de intensitatea cîmpului electromagnetic propriu şi lucrul acesta îmi părea acum absolut normal.

În noaptea care a urmat nu am putut dormi. Ceea ce ne propusesem să facem, Mircea Olaru, Valer Vişan şi cu mine, depăşea închipuirea oricui şi totuşi lucrurile păreau atît de simple. Eu răspundeam de tot ce era legat de călătoria într-un corp omenesc. Am cercetat cărţi de anatomie, de histologie, de fiziologie. Îmi făceam mereu cîte un plan şi apoi îl schimbam. Nimeni nu a făcut încă un astfel de plan şi o astfel de călătorie şi nu era uşor să-mi iau răspunderea lui. De felul cum organizam eu această expediţie depindea poate şi viaţa lui Mircea şi a lui Vişan (a mea nu o mai puneam la socoteală). Nu te poţi juca cu astfel de răspunderi. Dar siguranţa lui Mircea şi a lui Vişan pentru ceea ce privea partea fizică şi tehnică a expediţiei îmi dădea curaj.

Dimineaţa am făcut un duş rece, m-am întremat bine cu o masă raţională şi am continuat să studiez planul călătoriei, ce se înfiripa din ce în ce mai bine şi mai natural. Trebuia să urmăm drumuri normale şi cunoscute şi să nu ne aventurăm prin ţesuturi încîlcite. După o săptămînă i-am anunţat pe colegii mei de călătorie că sînt gata. Mircea s-a bucurat şi m-a chemat la Bucureşti să pună la punct aparatajul care să ne asigure viaţa în nava noastră exploratoare. Era vorba să vedem cum rezolvăm problema respiraţiei, de unde luăm oxigenul, cum reciclăm apa, cum reglăm temperatura ca să nu suferim de uscăciune sau căldură, cum ne alimentăm, cum dormim etc., etc. Aveam ca model navele cosmice cu care oamenii au călătorit peste 5 luni de zile cu ceea ce puteau obţine prin „mijloace proprii", aşa că problema noastră nu a fost prea greu de rezolvat. Noi nu vom sta decît cel mult cîteva zile în nava noastră de explorare a corpului. Pereţii ei vor fi solizi, dar cu deschideri circulare ca să putem vedea în jur. Proiectoare puternice ne vor permite să vedem tot ce ne înconjoară. La exteriorul navei în spaţii ascunse vom situa diferite instrumente şi aparate de analiză a mediului, a densităţii, a temperaturii, vitezei, oxigenului etc. Pereţii de sus ai navei vor fi impregnaţi cu iod radioactiv (care emite în continuu radiaţii) pentru ca Vişan să ne poată urmări continuu cu un detector de scintilaţie. Totul mergea bine şi pregătirile noastre s-au terminat destul de repede. Propulsoare cu ancore magnetice ne permiteau să ne oprim sau să ne mişcăm cu viteza pe care o doream şi o puteam regla. Curentul de sînge ne va antrena numai atunci cînd îi vom permite. Dar puteam stăpîni nava în orice moment şi în orice loc.

Nava am montat-o într-un alt laborator, iar Mircea şi Vişan intrau mereu în spaţiul ei, încercînd

aparatele şi instalaţiile de bord şi concentrînd întreg controlul navei şi al aparatelor la o masă de comandă centrală. Toate acestea nu erau uşor de făcut şi au fost întrebuinţaţi în punerea la punct a navei şi cîţiva mecanici şi electronişti dintre colaboratorii laboratorului, oameni de încredere de care nu trebuia să ne temem şi care credeau că vom face o călătorie cosmică.

— Cît crezi că va dura călătoria noastră? m-a întrebat Mircea.

— E greu să-ţi spun cu precizia cu care sînteţi obişnuiţi voi fizicienii. Asta va depinde de traiectul drumului, de interesul pe care anumite puncte le pot prezenta pentru noi, de faptul dacă totul se va desfăşura exact cu planul pe care îl vom stabili.

— De navă şi aparataje îmi iau eu răspunderea, spuse Mircea, iar de supravegheat de la exterior, Vişan este omul de care avem nevoie. Tu vei răspunde de drum şi de cele necesare vieţii noastre.

— În aceste condiţii socot că o zi, maximum două ne vor fi de ajuns să ne dăm seama de alcătuirea corpului, iar dacă unele locuri ar prezenta interese deosebite, nimic nu ne împiedică să refacem călătoria numai în organele respective.

— Prevezi deci că s-ar putea să dormim o noapte în corpul lui Vişan? Crezi că e necesar şi posibil? Mircea mă privea cu toată seriozitatea.

— De ce să nu se poată?... Avem toate condiţiile de viaţă pentru cel puţin cinci zile. Ne vom opri undeva, vom sta liniştiţi şi ne vom culca. În acest timp şi Vişan va dormi.

— Aş vrea să facem o încercare înainte de a intra în corpul lui Vişan. Să începem într-o după-masă şi cînd ajungem la micimea dorită, ne oprim şi noaptea o petrecem cu toţii dormind. Noi pe platformă, Vişan pe canapeaua de aici. Semnalele de legătură vor fi deschise şi dacă se întîmplă ceva Vişan se va trezi şi va lua măsurile impuse. Cu toate că nu se poate întîmpla nimic!

Discutam ca şi cînd ar fi fost vorba de alte persoane, nu de noi trei care stăteam la sfat, comozi în nişte fotolii din biroul lui Mircea. Eram calmi. ca de obicei. Avem siguranţa ştiinţifică de a fi putut prevedea tot ceea ce putea fi prevăzut. Nu ne-am gîndit deloc la neprevăzut, Vişan a făcut presupuneri, dar Mircea ne-a garantat că orice s-ar putea întîmpla noi sîntem în deplină siguranţă în „nava noastră".

— Te rog să ne mai spui o dată amănunţit planul tău asupra călătoriei, m-a invitat Mircea.

Pe baza unor planşe mari de anatomie le-am expus planul, la care lucrasem atîtea zile. Vom intra prin gură, vom explora mai întîi *stomacul*, apoi *duodenul*, *intestinul subţire* şi *gros;* vom face un salt în *pancreas* şi apoi prin sîngele *venei porte* vom ajunge la *ficat*. De aici prin *vena suprahepatică* vom ajunge în *inima dreaptă* şi prin *artera pulmonară* în *plămîni;* ne vom întoarce în *inima stîngă* şi prin *aortă* ne vom îndrepta spre *rinichi*, apoi spre *creier*. Dar traseul nostru va depinde de multe cauze locale. Aş vrea să vizităm *glande cu secreţie internă*, *osul*, *articulaţiile*, *laringele*. Probabil ne vom lăsa antrenaţi de mai multe ori de circulaţia normală a sîngelui, dar asta nu va dura decît puţin timp şi este metoda cea mai simplă de a ajunge în oricare parte a corpului.

2

CEA MAI MINUNATĂ FABRICĂ A VIEȚII

— Dar fiindcă în toate organele pe care le vom vedea în călătoria noastră vom întîlni *celule*, cred că este necesar ca de la început să vă fac cunoștință mai îndeaproape cu această mică și complicată „uzină" în care se plămădesc toate substanțele pe care le găsim în lumea vie și în care se eliberează toată energia pe care o folosim în manifestările noastre. Mîine am să aduc alte planșe pentru a înțelege componentele celulare, iar atunci cînd în drumul nostru vom întîlni celule separate (de exemplu, *leucocite*) sau unite în *țesuturi*, vom avea cunoștințele necesare înțelegerii structurii lor și deci înțelegerii funcționării lor.

A doua zi am adus materialul și în fața prietenilor mei am expus, pe scurt, ceea ce trebuia să știe și ei despre viața celulelor.

— Așa cum știm cu toții, am început eu, la baza structurii tuturor organelor sînt *celulele* (descoperite încă din secolul XVII). Acestea au la exterior o *membrană*, care la plante poate fi celulozică, iar la animale pectică (o substanță mucilaginoasă); ea desparte celulele unele de altele. Dar în afara acesteia, *protoplasma* fiecărei celule are spre exteriorul ei un fel de condensare de molecule proteice care se numește *membrană plasmatică* și prin care se fac toate schimburile celulei cu mediul ei exterior. Ea este alcătuită dintr-un strat de molecule proteice, sub care sînt două pături subțiri de grăsimi și apoi din nou un strat proteic, care se continuă de altfel cu protoplasma internă, de constituție proteică. Membrana plasmatică are pori căptușiți cu stratul de proteine de la exterior, prin care unele lichide vîscoase, sau chiar mici particule de la exterior, pot pătrunde în interiorul celulei, în niște *canalicule* foarte fine și ramificate ce alcătuiesc o *rețea endoplasmatică* umplută cu un lichid format din apă în care sînt dizolvate multe săruri. Aceasta este *plasma celulară*. Pe marginea canaliculelor se găsesc din loc în loc niște granule de *acid ribonucleic* (ARN), numite *ribozomi*, descoperite de savantul american, de origine română, George Emil Palade, care, unindu-se mai multe pe un fir de ARN, formează un lanț de ribosomi numit *polizom*. Pe aceste lanțuri se înșiră apoi amino-acizii (părțile ce alcătuiesc proteinele) ce vin din alimentație, într-o anumită ordine dată de succesiunea unor substanțe aminice ce formează „*codul genetic*" specific al celulei și astfel iau naștere proteinele specifice ale acesteia.

În protoplasmă se mai găsesc niște vezicule cu pereți dubli, ce se numesc *mitocondrii*, în care se sfarmă unele substanțe ce rezultă din degradarea glucidelor și a grăsimilor și se formează acidul adenozin trifosforic, numit pe scurt ATP, substanța care se încarcă cu energie și apoi o transmite tuturor actelor de mișcare, căldură, reacții chimice etc. ce se produc în celulă.

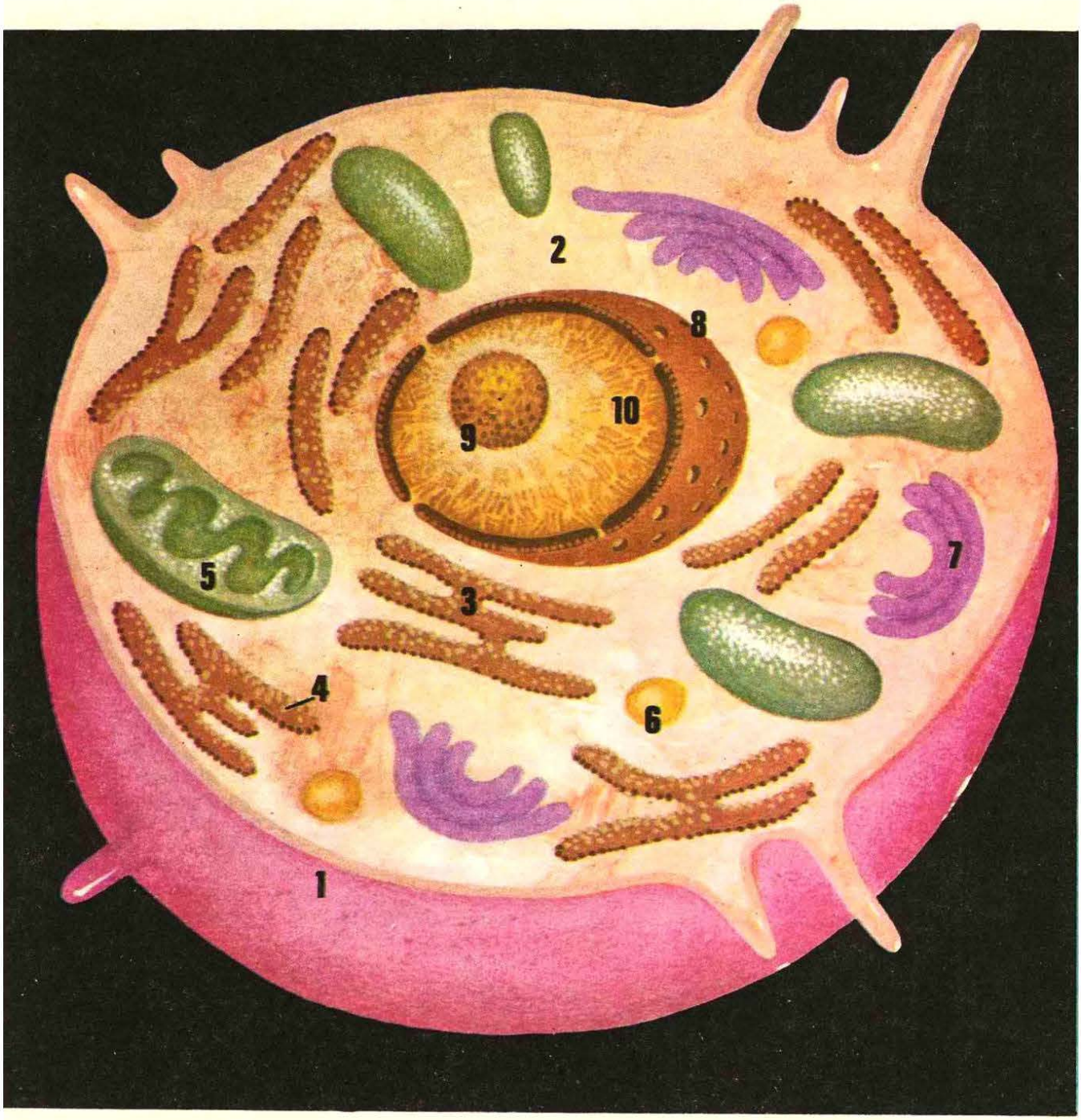
Se mai pot găsi în protoplasmă și niște săculeți plini cu enzime numiți *lizozomi*, care își varsă conținutul în vacuolele digestive ale celulei, ajutînd la degradarea substanțelor alimentare intrate în aceasta, iar din vacuolă substanțele rezultate din digestie pătrund prin canaliculele endoplasmatice fie la ribozomi, la poliizomi unde participă la sinteze de proteine sau alte substanțe, fie în anumite locuri de acumulare, cum sînt formațiunile de saci suprapuși și turtiți, numite *aparatul lui Golgi*, de unde se eliberează la nevoie.

Toate aceste organite ale celulei au fost ilustrate de figuri pe planșe colorate, în așa fel ca prietenii mei să le poată reține mai ușor.

Am lăsat la urmă *nucleul*, care este elementul de unde se coordonează activitatea celulei și se determină diviziunea atunci cînd ea a atins o anumită talie și diferențiere. Nucleul este înconjurat de o membrană ciuruită prin care pot ieși în protoplasmă anumite substanțe nucleice și pot pătrunde în nucleu substanțe de sinteză formate în protoplasmă. Formațiunile caracteristice ale nucleului sînt *cromozomii*, niște filamente ce apar în timpul diviziunii celulei și sînt alcătuite din *acid dezoxiribonucleic*, sau, prescurtat, ADN, care poartă în structura lui răsucită helicoidal așa-numita *informație genetică* a celulei: succesiunea caracteristică de substanțe azotate ce alcătuiesc un fel de matrice de bază, de pe care se copiază apoi acidul ribonucleic — ARN ; el iese în protoplasmă unde stă la baza sintezei substanțelor proteice. Structura cromozomilor este foarte complicată, dar oamenii de știință au ajuns azi să o cunoască foarte bine și chiar să poată provoca schimbări în alcătuirea lor. Astfel luînd o parte din cromozomul unui vertebrat, parte care determină secreția de insulină în pancreas, ei au putut-o muta pe cromozomul unei bacterii, „forțînd-o" pe aceasta să „fabrice" insulină. Aceasta este una din cele mai mari realizări ale biologiei actuale, de la care se așteaptă încă multe schimbări ce vor fi utile omului.

Trebuie să spun că toate aceste organite se găsesc în toate celulele organismelor animale, ceea ce dovedește o unitate de structură și, în consecință, de funcțiune, a tuturor celulelor, indiferent că ele provin de la un vierme, pește, pasăre, mamifer sau om.

În plus, în toate celulele organismelor se găsesc unele proteine comune, pentru a îndeplini un același rol în fenomenul de respirație, care stă la baza întregii activități energetice a celulelor. O astfel de proteină este *citocromul c* care joacă rolul unic de transfer de electroni în procesul de oxidare biologică, comun



absolut tuturor celulelor.

Prietenii mei m-au urmărit cu atenție. Fiecare și-a făcut cîteva însemnări.

— Cu toate aceste analogii structurale, spuse Vișan, celulele și prin ele organismele se deosebesc mult unele de altele. Cum se explică această aparentă contradicție?

— În primul rînd numărul formațiunilor amintite variază mult de la o celulă la alta. Există celule cu un nucleu, dar sînt unele cu doi sau chiar mai mulți nuclei; numărul ribozomilor poate varia de la cîteva mii la peste 100 000; cel al canalelor endoplasmatice în general depășește 10 000; aparatul Golgi variază între 10 și peste 1 200 vezicule, iar

CELULA

1. MEMBRANĂ CELULARĂ
2. PROTOPLASMĂ
3. RETICUL ENDOPLASMATIC
4. RIBOZOM
5. MITOCONDRIE
6. LIZOZOM
7. APARAT GOLGI
8. NUCLEU
9. NUCLEOL
10. CROMOZOMI

mitocondriile numai rar sînt mai puțin de 2 500; în sfîrșit, ribozomii se numără de la 10 la cîteva mii. Dar, în plus. alcătuirea chimică a acestor formațiuni, cît și a citoplasmei care conține miliarde de atomi grupați în molecule mai mici sau mai mari, prezintă o atît de mare variație calitativă și cantitativă, încît se poate spune fără a greși că niciodată nu se pot găsi două celule absolut identice ca structură și alcătuire chimică. Între cele peste 100 miliarde de celule care alcătuiesc corpul unui om nu există două identice. Pot afirma categoric că în lumea vie nu există 1 = 1 în sens absolut, așa cum este în matematică și fizică. Pe de o parte avem deci în lumea vie asemănări structurale și funcționale între toate celulele, pe de altă parte, deosebiri absolute în ceea ce privește componența chimică a acestora.

— Atunci în lumea vie nu există legi absolute? zice Mircea.

— Legi absolute sînt poate numai cele care preconizează că totul se transformă: galaxii, stele, planete. Dar o astfel de lege este și cea a nașterii și morții omului, căci și aici este vorba de o transformare. În biologie este de așteptat întotdeauna ca rezultatele observațiilor și experiențelor efectuate pe organisme sau celule de același fel să aibă o anumită variabilitate în jurul unei medii.

Totuși, și în biologie se pot formula cîteva legi sau principii generale. Iată cîteva: materia vie nu se găsește decît în sisteme deschise autoreglabile, care se mențin relativ constante în urma unui schimb continuu de materie, de energie și de informație cu exteriorul. Celula pe care ați cunoscut-o este un astfel de sistem deschis care se menține prin autoreglare. O altă lege este aceea a adaptării, în urma căreia orice organism, celular sau pluricelular, trebuie să se echilibreze cu factorii de mediu pentru a putea exista. Acești factori prezintă în mod obișnuit variațiuni cantitative, ale căror valori însă nu pot depăși anumite limite căci ar distruge materia vie. O temperatură de +70°, în general, nu este compatibilă cu menținerea structurii vii, căci produce coagularea protoplasmei și moartea acesteia. Adaptarea permite o anumită schimbare structurală și funcțională a materiei vii, dar dacă se ajunge la o anumită valoare limită a unui factor de mediu, materia vie moare ireversibil. Așa se petrec lucrurile în bolile infecțioase, în otrăviri, chiar și în poluare.

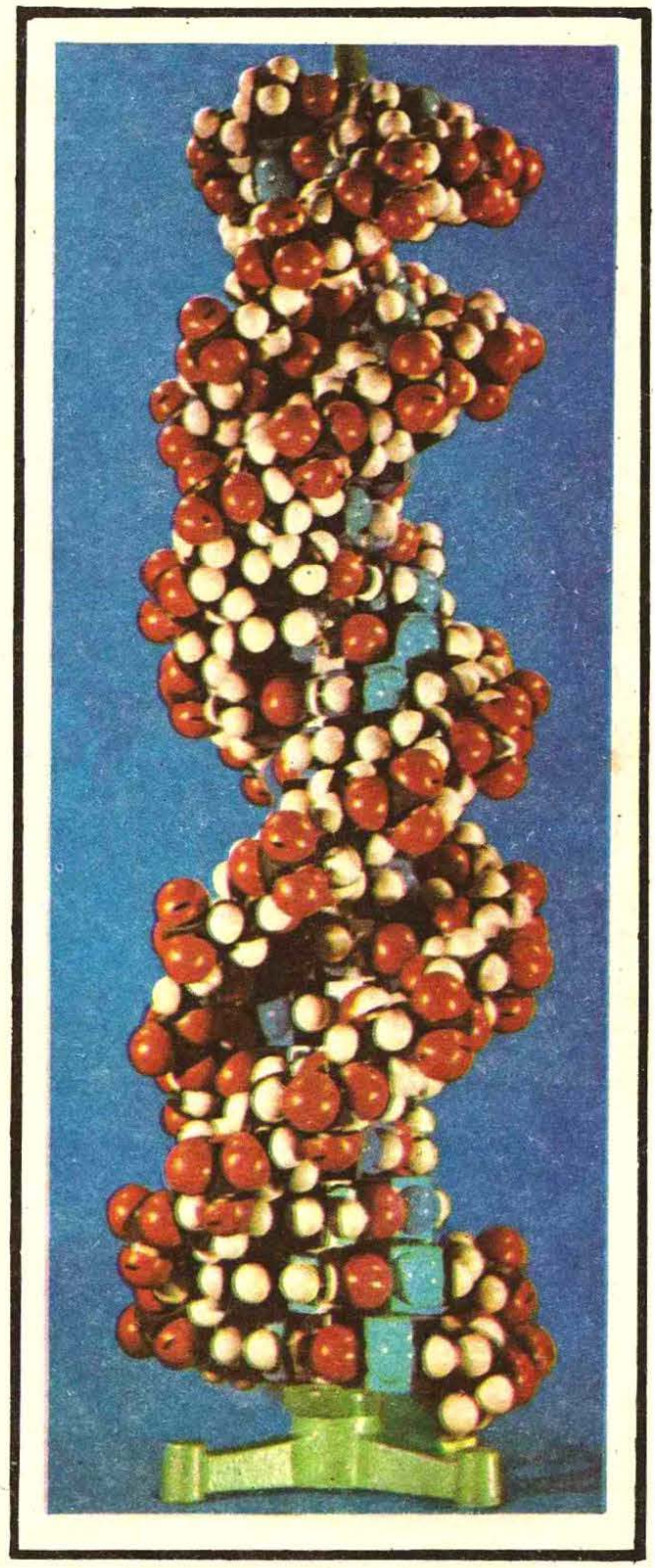
Aceste discuții puteau ține încă multă vreme, dar Mircea a hotărît că deocamdată este destul.

— Hai acum la treburile noastre. Eu am să fiu mecanicul navei care va străbate corpul lui Vișan, iar tu vei fi conducătorul expediției. Astfel fiecare din noi are un rol bine precizat.

După încă cîteva zile în care timp toate pregătirile au fost terminate, într-o după-amiază pe la ora 18, eu și Mircea am luat loc în nava, căreia i-am dat numele *Harvey*, elogiind astfel pe medicul englez William Harvey, descoperitorul, de la începutul secolului 17, al circulației sanguine, circulație ce va fi și pentru noi principalul drum de cunoaștere a corpului omenesc.

După ce nava a fost așezată pe platforma instalației electromagnetice și noi am intrat în ea, Vișan a dat drumul aparatelor. Vedeam cum totul crește ca dimensiuni în jurul nostru, prin micșorarea noastră continuă. La un moment dat lucrurile au devenit atît de uriașe, încît nu le mai recunoșteam. Totodată, în jurul nostru au apărut o serie de obiecte

REPREZENTAREA SIMBOLICĂ A GRUPĂRII A.D.N.



noi, care se măreau vertiginos şi pe care înainte nu le văzusem.

— Aţi dispărut din raza mea vizuală, ne comunica Vişan prin microfoanele de legătură. Vă mai văd cu luneta. Cred că aveţi acum 2 mm. Mergem mai departe?

Noi nu ne dam seama de mărimea sau micimea navei noastre. Numai Vişan ne putea spune dimensiunea, pe baza măsurătorilor ce se făceau automat. Mircea s-a uitat la mine, urmînd să dau răspunsul. Mă cam îngrozisem de ceea ce vedeam, dar ştiinţific trebuia să raţionez în conformitate cu ţelul nostru.

— Vişan, te rog să mergi pînă la 10 microni. Asta e dimensiunea care ne apropie de aceea a globulelor care sînt antrenate în sînge.

Cînd am ajuns la o astfel de micime, Mircea a dorit să verifice încă o dată tot aparatajul de bord şi împreună cu Vişan prin intermediul microfoanelor şi al televiziunii totul a fost declarat bun.

— Propun ca la această dimensiune şi aşa cum sîntem acum, să petrecem noaptea. Noi aici în navă, Vişan pe dormeză. Vom dormi cu toţii şi astfel ne vom mai verifica o dată instalaţiile şi siguranţa. Vişan — vei închide laboratorul punînd toate siguranţele.

Toţi am fost de acord. Vişan a oprit motoarele, sunetul de orgă a încetat şi o linişte neobişnuită s-a instalat în jurul nostru. Ne-am pregătit de culcare. Ne simţeam închişi, dar cu un spaţiu destul de mare pentru a nu avea o senzaţie de claustrare. Nu ne dădeam deloc seama de micimea noastră decît privind prin luminatoare. Greutate nu aveam, căci la baza navei era instalată o placă antigravitaţională. Senzaţia de lipsă de greutate a mîinilor, a corpului, a obiectelor era curioasă, dar nu neplăcută.

Somnul a venit greu. Schimbam din cînd în cînd cîte un cuvînt unii cu alţii, dar Mircea a intervenit cu autoritatea sa sugerîndu-ne să ne destindem complet în relaxare totală şi să încercăm să dormim.

Respiraţiile liniştite arătau că dormeam. Visul meu se confunda acum cu realitatea şi nu era deloc urît. Dar exact peste 7 ore Mircea ne-a trezit. Totul mergea bine. Era ora 5 dimineaţa şi ne era foame.

— Şi eu credeam că nu vom putea mînca nimic pînă nu se termină aventura noastră, am exclamat mirat de această senzaţie omenească de dimineaţă.

— Nu e aventură, m-a corectat Mircea, ci o călătorie organizată ca şi o expediţie.

Mircea mi-a dat un sandviş şi dintr-un termos am băut ceai fierbinte. Vişan, afară, mînca un corn cu cafea neagră.

— Ştiţi că senzaţia de foame pe care o avem acum nu corespunde unei lipse reale de alimente la nivelul celulelor, am început eu discuţia biologică. Ea este un reflex: ne-am obişnuit ca la ore fixe să introducem în stomac o anumită cantitate şi calitate de alimente. Dacă nu o facem, dumnealui se supără şi începe să se contracte în gol. Cînd alimentele au ajuns în el senzaţia de foame trece, dar acestea trebuie degradate în tubul digestiv de enzime şi mărunţite în părţi mici de o anumită compoziţie chimică: pîinea ajunge pînă la glucoză, carnea pînă la aminoacizi, slănina pînă la acizi graşi şi glicerină. Aceste produse se absorb în sînge şi cu acesta sînt duse la ţesuturi, unde trec prin pereţii capilarelor şi ajung la celule. Celulele cărora le lipseşte de exemplu un aminoacid înştiinţează centrii nervoşi superiori care comandă o serie de mişcări ce duc organismul la căutarea şi ingerarea de carne. Aceasta intră în tubul digestiv, se degradează şi urmează apoi acelaşi proces, iar cînd aminoacidul ajunge la celule senzaţia de foame dispare. De fapt, foamea poate fi şi un semnal al lipsei de glucoză în creier... Lucrurile sînt mai complexe, iar mecanismele fiziologice — foarte fine.

— Eugen a început din zori să ne ţină lecţii, a spus rîzînd Mircea, dar bine face. Pînă la urmă o să ştim şi noi fizicienii cîte ceva despre corpul nostru, pe care îl alimentăm şi îl îngrijim toată viaţa, poate nu întotdeauna cum ar trebui?

— Vă rog să mă întrebaţi de tot ceea ce credeţi că vă poate interesa în această călătorie. La multe întrebări ale voastre n-am să pot răspunde, dar la multe din ele voi şti ce să vă spun, căci se ştiu multe, mari şi mărunte. Veţi vedea şi cîte nu ştim despre acest corp omenesc, pe care totuşi îl cunoaştem mai bine decît pe oricare altul.

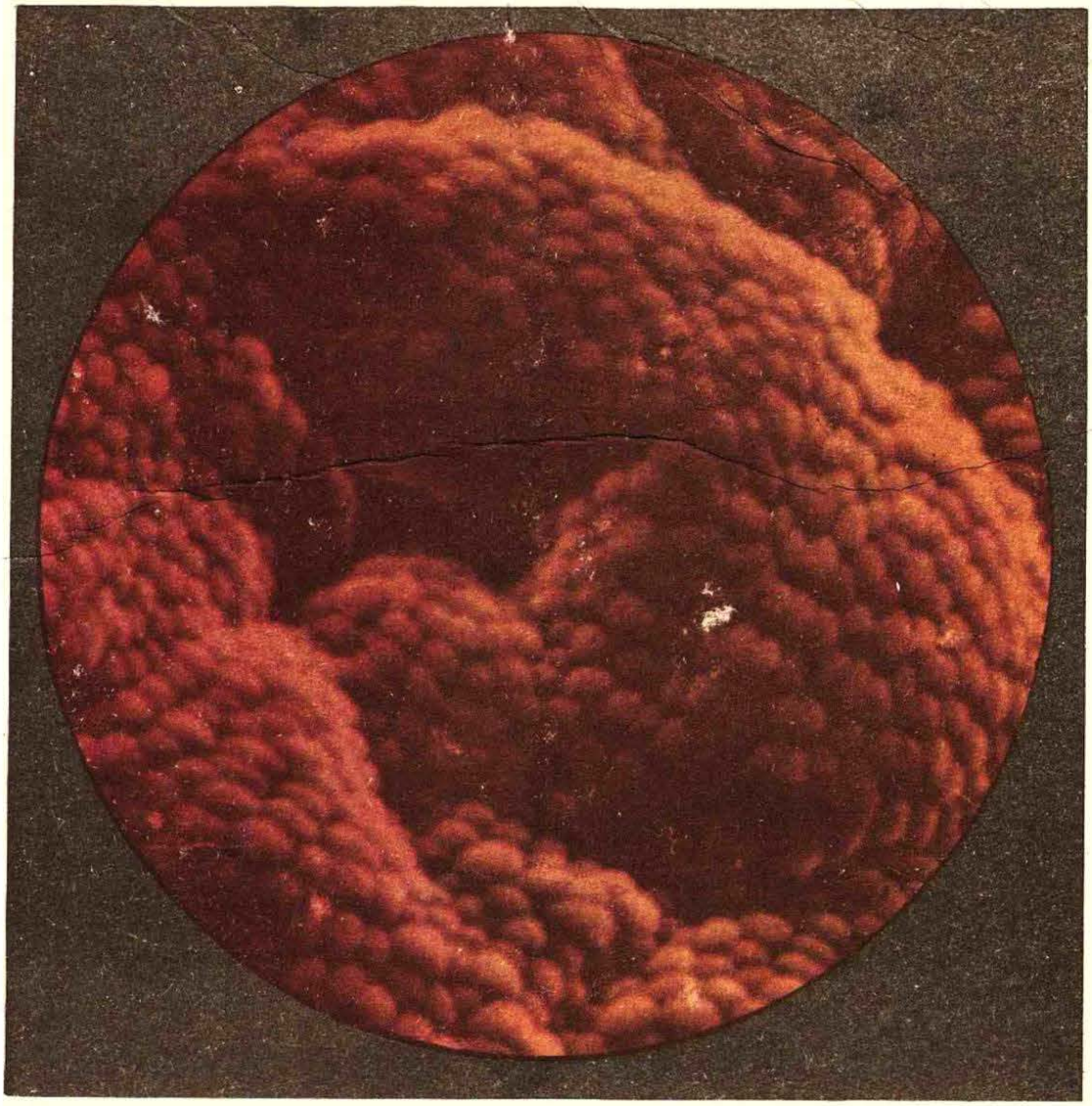
— Prieteni, acum începe călătoria, „aventura", cum a fost numită mai înainte. Gata deci! Legăturile de siguranţă, Eugen! Vişan, începe!

Conform înţelegerii, Vişan ne-a controlat printr-un microscop, ne-a luat cu o spatulă fină, ne-a pus într-o linguriţă de apă pe care apoi a înghiţit-o ca pe un medicament.

— Drum bun, dragii mei. Ţineţi-vă bine şi să veniţi sănătoşi în lumea noastră pămîntească!

3

VIŞAN NE ÎNGHITE ÎNTR-UN PAHAR CU APĂ



SUPRAFAȚA MUCOASEI GASTRICE LA OM

SE VĂD MICILE PROEMINENȚE ALE BARIEREI PRINTRE CARE SE GĂSESC FOARTE NUMEROASELE CANALE ALE GLANDELOR GASTRICE

Ne-am răsturnat într-un gîlgîit de apă și în întuneric, dar în cîteva secunde nava s-a așezat liniștită pe o ridicătură a peretelui stomacal. Mircea a aprins farurile și prin pereții transparenți ne uitam uimiți la primele imagini din interiorul omului. Era o căldură sufocantă de +37°C. Mircea a dat drumul aspiratoarelor termice și a creat o temperatură de +22°C, temperatura „de confort" pe care o vom păstra tot timpul.

Pereții stomacului erau de culoare roz. Sub păturile de celule ale mucoasei, pe care le deosebeam cu ușurință ca mici ridicături spre exterior, erau capilare în care se vedea mișcarea globulelor roșii. De la acestea venea culoarea roz „optimistă". Papilele mucoasei erau situate pe niște ridicături mai largi, în permanentă mișcare în sus și în jos. Aparatele de bord arătau afară o presiune ce varia între una și două atmosfere. Lichidul ce ne înconjura era destul de transparent dar cu o nuanță cafenie (cafeaua neagră a lui Vișan!). Mișcarea pereților stomacali era dată de contracțiunea mușchilor din pereții lui; acestea provocau și presiunile măsurate. Ritmul ridicărilor era destul de regulat; ne ridicau și ne lăsau în jos ca și cînd un val ar fi trecut sub noi.

— Acestea trebuie să fie mișcările peristaltice ale stomacului, am spus celor care mă ascultau (Mircea lîngă mine, Vișan la ecranul de televiziune din laborator). Se simte cum ne deplasăm de pe o papilă pe alta. Fiți atenți însă! Observați că tot cam la 20 secunde intervine o contracțiune mai puternică, în timpul căreia presiunea crește la 3 atmosfere. Sînt contracțiunile tonice ale stomacului care strîng conținutul lui ca într-o menghină, ajutînd ca o parte din acesta să fie trecut prin pilor în duoden.

Mircea privea uimit și liniștit. Era ocupat cu urmărirea unor valori arătate de aparatele de bord.

— Cu toate că nu pare, de la exterior, stomacul este un organ foarte mobil. Cînd contracțiunile lui sînt foarte puternice, presiunea crește pînă la 5 atmosfere și avem senzația de crampe dureroase. Ele sînt provocate de contactul pereților lui cu un aliment alterat sau de niște excitațiuni (în fiziologie spunem: de origine parasimpatică) venite din bulb, dar comandate de excitațiuni ale scoarței cerebrale

de mare intensitate: emoții vii, frică.

Printre papilele gastrice se prelingea un lichid vîscos, transparent, care era sucul gastric propriu-zis.

— Mircea, te rog, coboară nava spre deschiderea unei glande și măsoară aciditatea lichidului care iese prin orificiul ei.

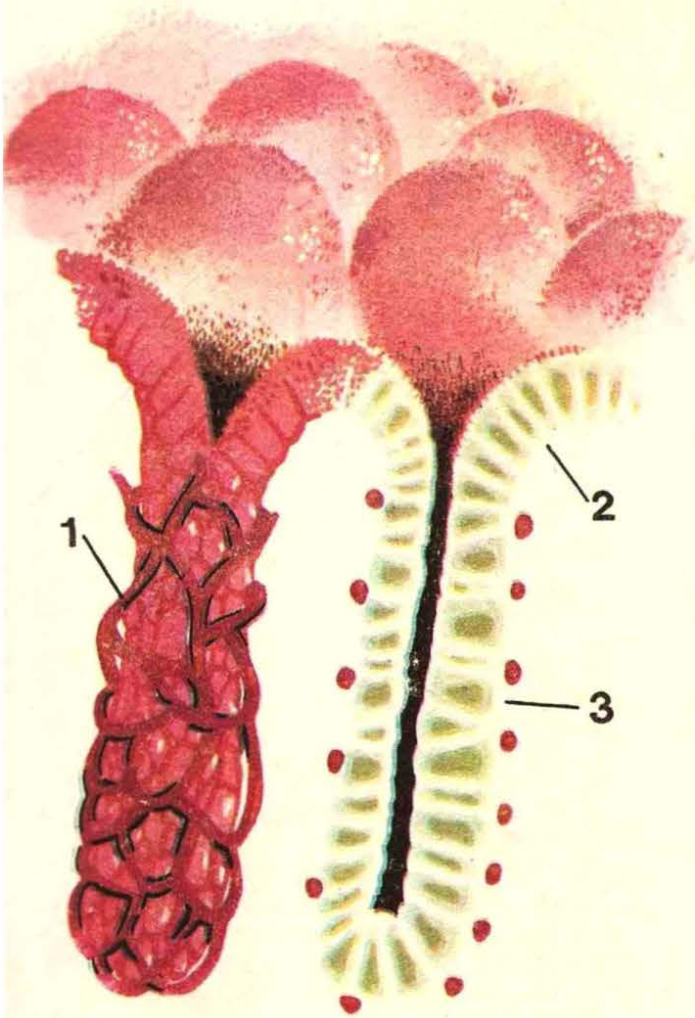
— pH-ul[1] este aproape de 2, spuse Mircea, lichidul are 92% apă, în apropierea imediată a deschiderii glandei este un mucus abundent.

— Aciditatea, am reluat eu, este datorită acidului clorhidric, care este secretat de niște celule situate la marginea tubului glandular.

Pe tabla de sticlă rodată am desenat structura histologică a unui tub glandular. În interiorul tubului se varsă secreția celulelor bazale, care conține enzime gastrice: *pepsinogenul*, *chimozina (=labferment)*, *lipaza gastrică*. Fiecare din ele are un anumit rol în digestia gastrică, rol care azi este bine cunoscut.

Pepsinogenul, ajuns în cavitatea gastrică este activat de acidul clorhidric în pepsină activă, care atacă moleculele mari de proteine ce intră cu hrana, rupîndu-le în două sau trei părți mai mari.

[1] pH-ul este o măsură a acidității, cu atît mai mică cu cît aciditatea e mai puternică (n.a.).



STRUCTURA HISTOLOGICĂ A UNUI TUB GLANDULAR

1. CAPILARE
2. CELULE MUCOASE
3. CELULE BAZALE

Chimozina coagulează caseina din lapte. Devine activă tot în prezența acidului clorhidric. Se găsește în cantitate mare în stomacul puilor de mamifere și al sugarului, care se hrănesc cu lapte. Din stomacul de vițel, miel etc. se izolează și se folosește în industria brînzeturilor pentru coagularea laptelui sub numele de «cheag». Cazeina coagulată este atacată de pepsină și ruptă în bucăți mari.

Lipaza gastrică atacă mai ales micile picături de grăsime din lapte, permițînd o oarecare eliberare de acizi grași și glicerină, substanțe care ușurează apoi trecerea conținutului gastric (numit *chimus gastric*) prin *pilor*.

— Dar mucusul ce rol are? întrebă Mircea.

— Cu mucusul este o poveste întreagă. La gîtul tuburilor secretoare este foarte abundent. De aici se răspîndește oarecum uniform pe pereții stomacali. Mai demult se credea că mucusul apără pereții stomacului de acțiunea digestivă a sucului gastric. Dar acest lucru nu a putut fi dovedit, căci la un pH de 5 mucusul este precipitat și își pierde orice proprietăți protective, iar în stomac pH-ul este de 2. Mucusul joacă însă un rol de alunecare a chimusului gastric, ferind și intrarea tubilor glandulari de acțiunea pepsinei.

— Și de ce nu se autodigeră stomacul?

— În 1970 profesorul Horace Davenport de la Institutul de fiziologie al facultății de medicină al Universității din Michigan, S.U.A., a arătat că autodigestia nu este posibilă din cauza înnoirii active a celulelor epiteliului gastric și a structurii membranelor acestor celule. Mișcările stomacului și bucățelele mai mari sau mai mici și solide ale alimentelor intrate, acide sau alcaline, calde sau reci etc. lezează în fiecare minut peste o jumătate de milion de celule epiteliale, dar tot atîtea se refac prin regenerarea unora de la baza acestui epiteliu. Deci dezlipirea celulelor epiteliale este dublată de regenerarea lor. Din cauza aceasta se menține constantă structura mucoasei gastrice. Dar procesul de destrucție a celulelor poate fi provocat sau accentuat și de alte fenomene. Ne amintim de structura membranei periplasmice, pe care v-am prezentat-o în expunerea despre unitatea structurală și funcțională a celulelor. Această membrană fină proteică și lipidică poate fi atacată pe suprafețe mari de prezența în stomac a unor substanțe cum sînt detergenții, alcoolul, aspirina etc., mai ales dacă în sînge există nicotină (ca la fumători). Lipidele membranei se combină cu astfel de substanțe și formează esteri. Aceștia alterează membrana celulelor epiteliale care devine neprotejată și sucul gastric pătrunde în regiunea submucoasei, atacă țesutul conjunctiv și excită terminațiile nervoase din regiunea submucoasei sau pe cele

din dreptul păturilor musculare. Mişcările stomacului în acest loc se accentuează, alterările membranei epiteliale se transformă în adevărate rupturi spre interior, se produc hemoragii şi răni, care, în fond, constituie ulcerul gastric.

— Dar nu toată lumea introduce detergenţi, alcool sau aspirină şi nu toată lumea fumează şi totuşi bolnavi de ulcer se găsesc şi printre persoanele care nu fac toate acestea. Cum se explică ulcerul lor?

— Profesorul Davenport a arătat că o substanţă cu efect de detergent este şi bila, care în anumite cazuri reflueză din duoden în stomac. Mai ales în cazuri de nervozitate, de *stress* (cum se zice în limba engleză) se produc staze intestinale, mişcări antiperistaltice şi o parte din bilă ajunge în stomac. Sărurile biliare formează esteri cu lipidele membranelor celulelor epiteliale şi astfel se dezorganizează structura membranei periplasmatice. Pe acest drum pătrunde sucul gastric, provocînd leziuni care se permanentizează şi dau în final ulcerul. Dar aspirina, alcoolul dau aceleaşi efecte ca şi detergenţii şi bila. Multe persoane iau aspirină şi cînd trebuie şi cînd nu trebuie, de asemenea beau alcool şi îşi produc astfel numeroase mici leziuni şi hemoragii. Acestea se refac la început, dar apoi persistă tot mai mult, ducînd nu numai la ulcere, dar şi la o anemie progresivă.

— Vrei să spui deci că trebuie să evităm aspirina? spuse Mircea.

— În orice caz să nu facem abuz de ea şi să o luăm sub control medical.

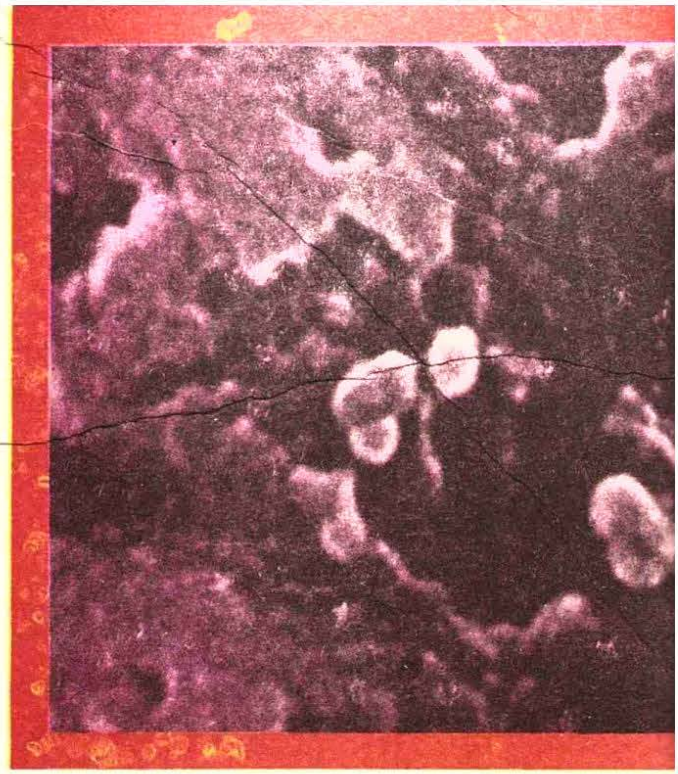
— De ce este necesară o aciditate a stomacului atît de mare? întreabă din afară Vişan.

— Povestea acidului clorhidric este ceva mai complicată. Ştim cu toţii că este unul din acizii cei mai corosivi. Dacă în sucul gastric punem cîteva granule de zinc, constatăm dispariţia metalului şi apariţia clorurei de zinc. Un rol asemănător îl are sucul gastric în digerarea oaselor, care sînt constituite din carbonaţi şi fosfaţi de calciu. Osul se înmoaie pierzînd toate sărurile şi partea proteică care rămîne este apoi digerată de pepsină.

Acidul clorhidric activează apoi pepsinogenul şi prochimozina care se secretă în celulele tuburilor glandulare. Dacă ele ar fi active la locul de producere ar digera însăşi celula care le formează. Dar activarea lor, adică eliberarea unui înveliş proteic care le face inactive, se face numai în prezenţa acestui acid şi în cavitatea stomacului. Acest proces de activare îl regăsim şi la alte enzime ale intestinului subţire, pancreasului etc.

Apoi acidul clorhidric, fiind un bacteriostatic puternic, inhibă în stomac o serie de microorganisme pe care le introducem odată cu alimentele. Mai ales la animalele libere acest rol este deosebit de important. Hienele, de exemplu, consumă carne în parte alterată, dar avînd o aciditate gastrică foarte puternică, agenţii patogeni sînt complet inhibaţi în stomac.

Rolul bactericid al sucului gastric s-a dovedit şi la om. Dînd să bea unui individ o apă în care se



găseşte *Bacilus prodigiosus* pe stomacul gol, se constată apariţia bacilului în fecale. Dar dacă repetăm experienţa la o oră după ce individul a mîncat (deci cînd în stomac se găseşte suc gastric), atunci toţi bacilii sînt inhibaţi şi nu mai apar în scaun.

— Da, bine mai este organizată activitatea stomacului, exclamă Mircea. Niciodată nu aş fi crezut că lucrurile sînt atît de complicate.

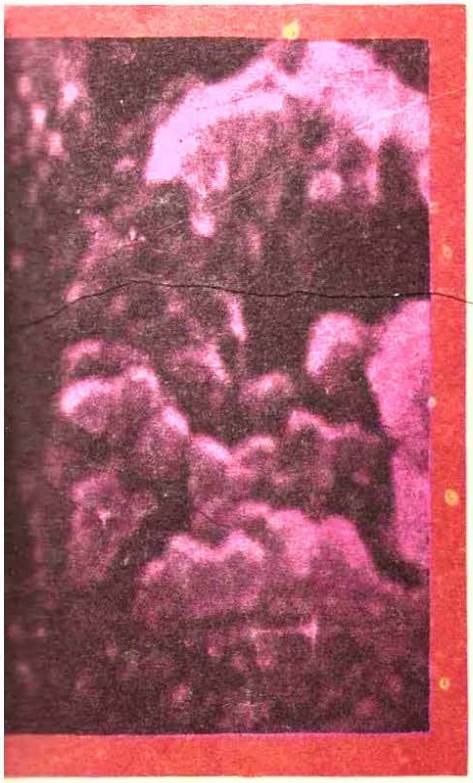
— Dragul meu, ceea ce v-am spus despre stomac nu este deloc complicat. Nu v-am spus multe amănunte, într-adevăr complicate! Activitatea digestivă este corelată şi cu mişcările gastrice şi ca să vedeţi legăturile dintre ele o să-l rog pe Vişan să se gîndească acum la gustul unei fripturi la grătar, bine rumenită.

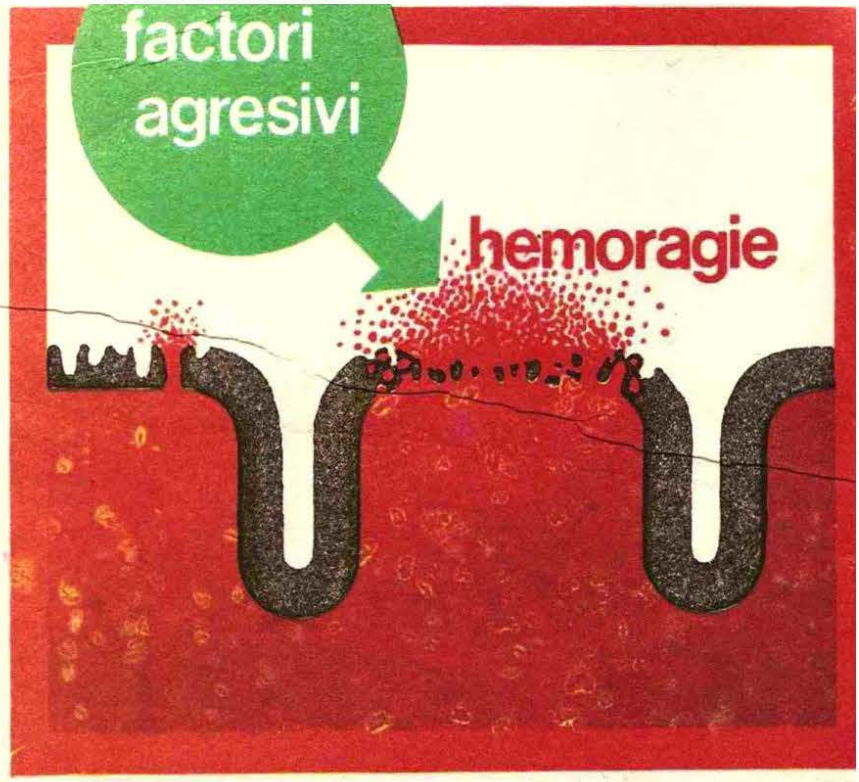
Vişan ne-a confirmat primirea mesajului şi a spus că s-a gîndit chiar ca nu cumva să ne digere din greşeală, dar zîmbea spunînd toate acestea ca în glumă.

Nu au trecut două minute şi am putut vedea intensificarea secreţiei sucului gastric prin toţi porii glandelor gastrice. Lichidul curgea efectiv şi a umplut sau mai bine zis a dilatat cavitatea organului, fără a-i schimba presiunea.

— Iată aici două fenomene, despre care am vorbit; unul, secreţia abundentă de suc gastric, atunci cînd Vişan s-a gîndit la friptură, şi al doilea, mărirea volumului stomacal, fără schimbarea presiunii interioare.

Primul fenomen este o secreţie, numită încă de Pavlov „psihică", căci se produce atunci cînd ne gîndim la un aliment gustos. Paralel cu ea se produce şi secreţia salivară. Ştiţi doar că nu rar „ne lasă gura apă" gîndindu-ne la un aliment. Această secreţie conţine mai multă apă şi mai puţine enzime, e mai puţin acidă şi cantitativ este mai redusă, decît





secreția pe care o numim „fiziologică" și care se produce la contactul mucoasei gastrice cu alimentele înghițite.

Secreția psihică arată intervenția sistemului nervos în acest proces. Dacă vedem, mirosim sau ne gîndim la o mîncare bună, creierul care primește informația prin ochi, nas sau gînd, comandă prin bulb și nervul pneumogastric activitatea celulelor glandulare ale stomacului. Astfel secrețiunea pe care am văzut-o acum este de origine psihică și poartă acest nume. Ea este aceeași pentru orice fel de alimente la care ne gîndim. Este declanșată de un centru numit „al foamei", ce se găsește la baza creierului, într-o regiune numită *hipotalamusul anterior*, sub acțiunea unor impulsuri venite de la scoarță (scoarța fiind cea care primește informațiile asupra gustului, mirosului, vederii alimentelor sau numai din memoria acesteia). Cînd omul e prea sătul această secreție nu se produce, căci este inhibată de un alt centru numit „al sațietății" ce se găsește în *hipotalamusul posterior*.

Al doilea fenomen este neschimbarea presiunii din interiorul stomacului, chiar dacă prin secreții suplimentare s-a mărit volumul lichidului de la interior. Se datorește unei musculaturi gastrice care se poate destinde fără a-și schimba starea de contracțiune. Stomacul este un organ ce cuprinde un „gol", o cavitate — un *organ cavitar* care își mulează pereții după volumul de alimente intrate, fără a se contracta sau destinde, astfel că păstrează o presiune hidrostatică constantă la interior, la a cărei valoare lucrează în mod optim enzimele gastrice. Dacă s-ar mări presiunea internă atunci activitatea enzimatică s-ar micșora și digestia gastrică nu ar mai fi uniformă.

— Dar cît se poate destinde stomacul în astfel de cazuri?

SUPRAFAȚA MUCOASEI ALTERATE DE DETERGENȚI, ALCOOL, BILĂ, ASPIRINĂ

SE VĂD LOCURILE ÎN CARE S-A PRODUS LEZIUNEA MUCOASEI STOMACALE, CU EXFOLIERI ȘI RĂNI MICI (ÎNCEPUT DE ULCER)

— Desigur că nu la infinit. Peste o anumită destindere se produce o excitație a unor terminații nervoase (mecanoreceptori) din pereții stomacului și se determină în mod reflex golirea lui, fie prin pilor (în mod normal), fie prin esofag și vomă. Umplerea stomacului peste o anumită limită dă senzația de „stomac foarte încărcat", care survine ori de cîte ori mîncăm prea mult. Romanii în astfel de cazuri își provocau voma prin gîdilarea fundului gurii cu o pană de gîscă. Dar ea se provoacă și prin ingerarea a două pahare de apă călduță.

— Și voma cum se produce? întrebă Vișan de afară. Toți am trecut prin ea, dar niciodată nu am înțeles exact de ce eliminăm o parte din cele înghițite.

— Voma este un act de apărare al organismului, fie din cauza unei umpleri exagerate a stomacului, fie din cauza introducerii în acesta a unor alimente alterate. Dar în unele cazuri poate fi provocată de tulburări ale echilibrului, adică de excitațiuni ale labirintului urechii provocate fie de mișcări bruște laterale (cu mașina la curbe), sau verticale (cu avionul sau vaporul) sau de priviri spre adîncimea unei prăpăstii etc. Mai poate fi provocată și de anumite otrăvuri, produse de microbi, sau substanțe chimice organice ca apomorfina.

În mod normal voma începe cu închiderea pilorului și contracțiunea mușchilor abdominali, care strîng stomacul forțîndu-l să-și elimine conținutul. Contracțiunea pereților stomacali este destul de slabă. Numai la sugari este certă o contracțiune în

sens opus, dinspre pilor (antiperistaltică) a pereților stomacului, care elimină ușor excesul de lapte la exterior.

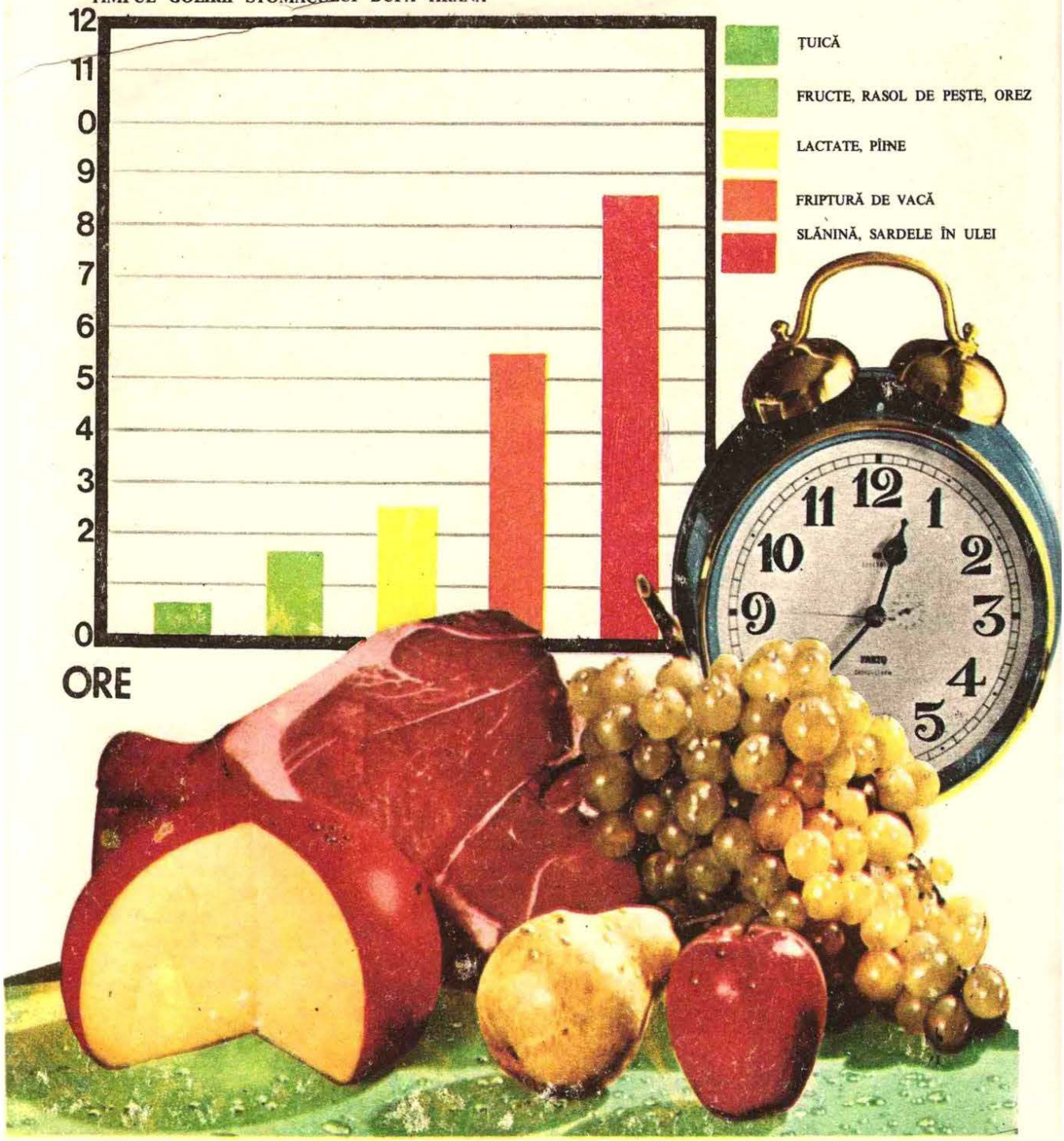
— Cît stau alimentele în stomac? întrebă Mircea.

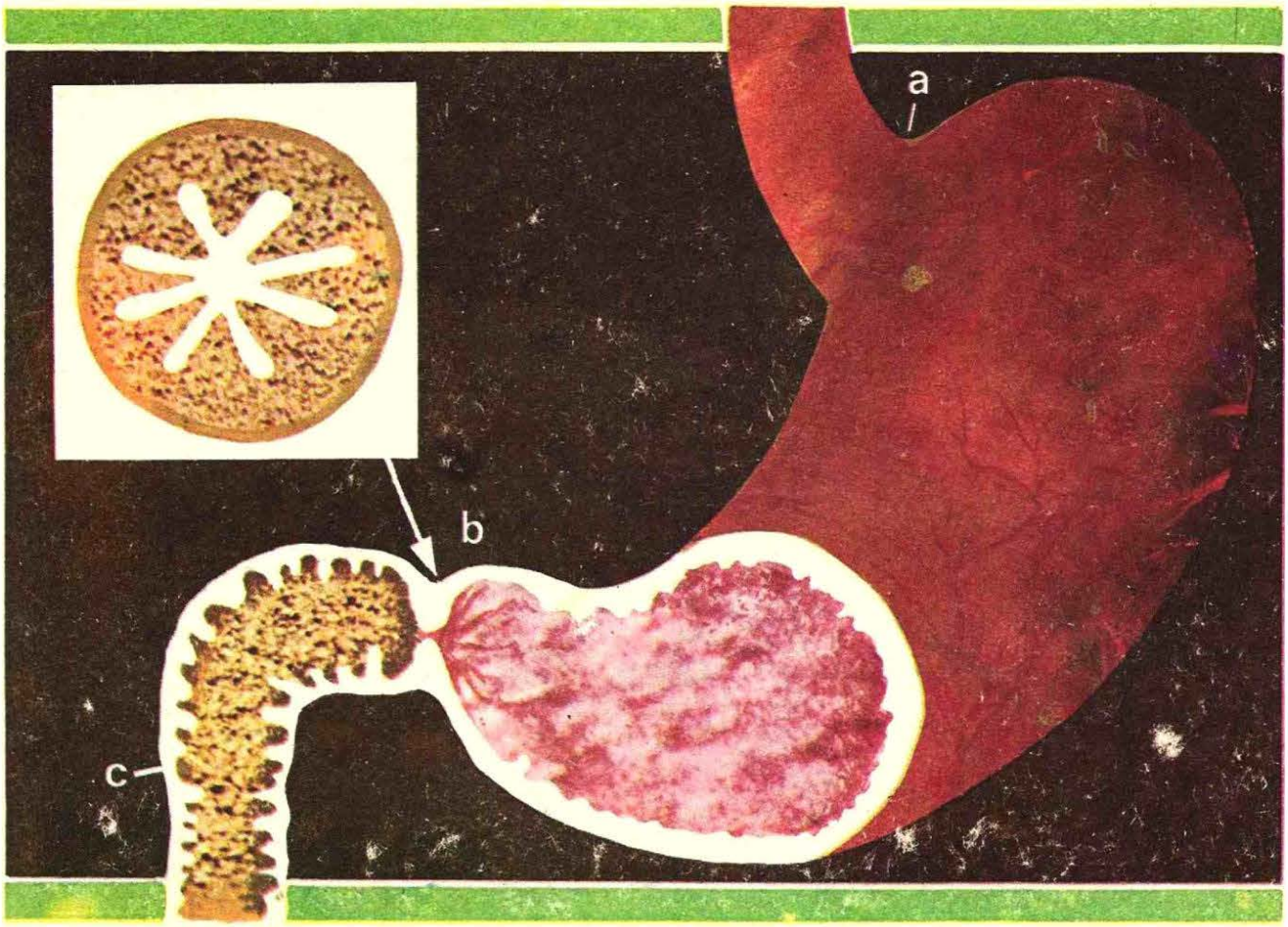
— Asta depinde de natura lor. Cu cît sînt mai grase, cu atît stau mai mult. În cazul sardelelor în ulei, ele rămîn chiar 8 ore. Dar alimentele ușoare, cum e carnea de pește rasol, produsele lactate, caşcavalurile etc. trec în intestin în 1—2 ore. Din acest motiv astfel de alimente ușoare trebuie consumate seara, iar carnea, fripturile mai ales grase, slănina etc. se vor consuma la amiază pentru a nu ne culca cu stomacul încărcat, care produce un somn greu și vise urîte.

— Dar în stomac se produce vreo absorbție?

— În mod normal, absorbția este minimă. Stomacul pregătește digestia și absorbția intestinală. Doar o parte din apă, din sărurile solvate și mai ales din alcoolul înghițit (cînd nu este amestecat cu alimente) se absorb și în stomac.

După atîtea discuții Mircea a dat drumul propulsiei magnetice și nava noastră s-a deplasat în alte porțiuni ale mucoasei gastrice. În multe locuri se vedeau descojiri ale celulelor epiteliale, dar dedesubt apăreau noile celule de înlocuire. Pe aici se mișcau agitat niște formațiuni sferico-ameboidale cu foarte numeroase ramificațiuni, care erau leucocite mono-





a. CARDIA
b. SFINCTERUL PILORIC
c. DUODEN

nucleare, ce «înghițeau» resturile celulare sau bacteriile care din greșeală se acumulau în aceste zone. Erau destul de numeroase pe toată suprafața mucoasei gastrice, de care aderau.

Am ajuns din loc în loc înspre porțiunea finală a stomacului, numită *antru*, unde *chimusul* gastric se pregătește pentru a fi trecut în duoden. Ne-am fixat și am urmărit fenomenele ce se petreceau aici.

— În această porțiune, în urma digestiei peptice apar *polipeptide* și *peptone*, molecule mai mici rezultate din sfărîmarea macromoleculelor proteice, de asemenea apar acizi grași (în cantități mici). Toate aceste substanțe determină o serie de mișcări tonice ale pereților stomacali și presiunea în această regiune poate ajunge pînă la 3—5 atmosfere. Ca urmare, mușchiul circular care stă la „poarta" duodenului, sfincterul piloric, pe care îl vedem în față, se deschide și o anumită cantitate din chimusul gastric trece în duoden.

Stăteam în fața acestei deschideri și priveam cum faldurile mucoasei care o închid se dau în lături ca trase de arcuri și cum prin orificiul astfel deschis pătrunde dincolo un jet din conținutul gastric, apoi — cum imediat deschiderea se închide. După cîteva zeci de secunde fenomenul se repetă.

— Ce este *stenoza duodenală?* mă întrebă Mircea. Am auzit atîta de ea, ba am și suferit de această afecțiune și în fața intrării în duoden mi-am adus aminte de ea.

— Este, în fond, o închidere mai de lungă durată a sfincterului piloric. De cele mai multe ori este numai temporară și numai rareori totală. În acest din urmă caz este provocată de o leziune sau malformație locală și musculatura radiară nu se mai contractă, iar sfincterul rămîne închis. Este un caz grav, care cere intervenție chirurgicală. Dar la tine a fost desigur vorba de o stenoză funcțională, de supraexcitații (prin nervii simpatici, spun fiziologii), care nu mai deschid pilorul decît cu greu. Stomacul rămîne încărcat și o senzație de vomă permanentă însoțește pe om — chiar cîteva săptămîni. Pofta de mîncare dispare, slăbirea este o consecință naturală. Dar felul manifestărilor depinde de individ și de firea sa.

— Apropo de firea omului, mă întrerupse Mircea, în ce constă ea și care este deosebirea între firea diferiților oameni?

— Ca să-ți răspund, am să revin la stomac. Unii oameni fac ulcer, alții nu fac. Aceasta ține de firea omului, de terenul căruia ne adresăm. Îmi amintesc că la cursurile sale de la Facultatea de medicină din Cluj prof. Iuliu Hațieganu repeta adesea, puțin exagerînd, dar subliniind o veche cugetare medicală: nu există boli, ci numai bolnavi.

Medicul tratează bolnavi şi numai bolnavi. Prin aceasta voia să spună că „boala" se manifestă în mod particular la fiecare dintre noi, după firea pe care o avem, după „terenul" pe care se aşază. Azi ştim destul de multe despre acest „teren". Ştim că nu există două organisme absolut identice (prin ereditate şi experienţă de viaţă) şi deci nu pot exista două organisme care să reacţioneze absolut la fel în faţa unei agresiuni, cum este, de exemplu, atacul microbian, *stress*-ul nervos sau răceala etc. Şi acest ceva special ţine în mare măsură de sistemul nervos al fiecăruia, adică de felul cum sistemul nervos, care conduce întregul ansamblu de răspuns faţă de un agent agresiv extern (sau intern), declanşează ceea ce numim comportamentul fiecăruia în faţa agresiunilor. Unii din noi sînt foarte susceptibili: îi vezi cum se înroşesc imediat, se enervează, tremură sau chiar îşi pierd controlul vorbelor şi comportamentului. Ei sînt numiţi nestăpîniţi şi sînt expuşi la hipertensiune arterială, la hemoragii cerebrale, la infarct cardiac, adică au răspunsuri bruşte şi drastice în faţa agresiunilor. Alţii sînt calmi de nu îi scoţi „din pepeni" cu nimic; ei alcătuiesc tipul „flegmatic".

— Nu cumva vorbeşti de tipurile descrise de Hipocrate?

— Ba da, el s-a bazat numai pe observaţii şi a descris patru tipuri de oameni, de firi: sanguinic, melancolic, coleric şi flegmatic. Azi ştim, în urma lucrărilor lui Pavlov, că aceste tipuri se deosebesc prin valori caracteristice ale activităţii sistemului nervos central: capacitatea de lucru a acestuia la unii este foarte ridicată, la alţii este foarte scăzută; echilibrul dintre stările de excitaţie şi de inhibiţie variază mult, la unii predomină excitaţia (cazul colericilor), la alţii inhibiţia (melancolicii); trecerea de la excitaţie la inhibiţie la unii se face foarte repede (tipul sanguinic) la alţii foarte încet (tipul flegmatic).

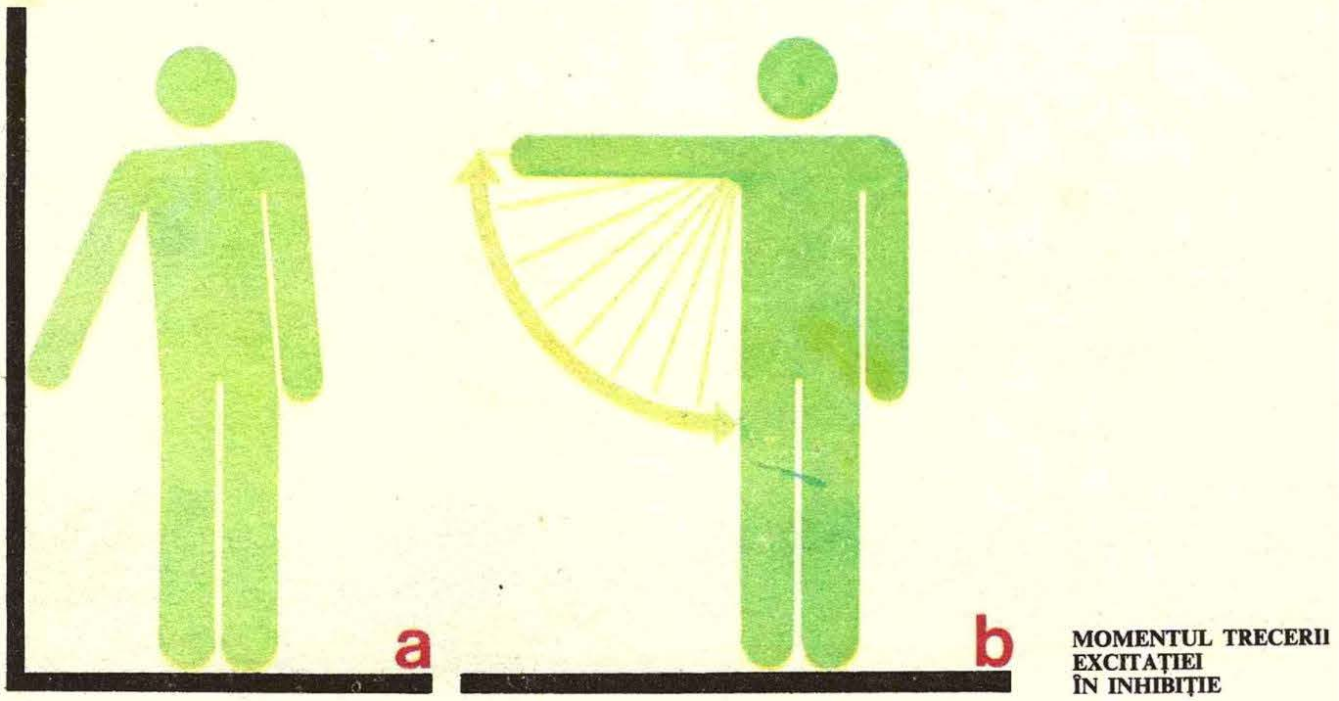
— Se pot măsura aceste forme de activităţi ale creierului?

— Azi există mijloace experimentale de a măsura toate acestea. Iată o metodă simplă. Împreună cu colaboratorul meu, dr. doc. Carol Wittenberger, am studiat viteza trecerii excitaţiei în inhibiţie şi durata fiecărei stări la oameni diferiţi, folosindu-ne de un dispozitiv foarte simplu. Omul stă lîngă un perete şi cu braţul drept întins în jos, iar cu dosul mîinii apasă foarte puternic pe perete (ca şi cînd ar vrea să-l multe din loc). Această apăsare se face cu toată puterea timp de 1 minut. Apoi brusc el păşeşte 1—2 paşi la stînga lăsînd absolut liberă mîna dreaptă. Se constată că braţul se ridică „*singur*" în sus, cu o viteză caracteristică fiecăruia şi la o anumită înălţime, măsurată pe un cadru de 90° ce stă la spate, unde rămîne un anumit timp, apoi se lasă în jos revenind la verticală. Cu un cronometru măsurăm toate aceste perioade. La unii braţul se ridică foarte repede, stă puţin orizontal şi apoi cade repede la loc, totul petrecîndu-se în cîteva zeci de secunde; la alţii braţul urcă foarte încet, stă orizontal un timp de mai multe zeci de secunde şi revine la loc de asemenea foarte încet, totul durînd cîteva minute. Această experienţă o poate repeta oricine, măsurîndu-şi oarecum viteza de instalare a excitaţiei şi de trecere a acesteia în inhibiţie.

Mircea în navă şi Vişan afară au încercat imediat această experienţă. După o apăsare de 60 secunde rezultatele au fost puţin diferite la prietenii mei: Mircea a ridicat mîna în 4 secunde, a păstrat-o orizontal 32 de secunde şi a coborît-o în 6 secunde, în total deci a avut nevoie de 42 de secunde; Vişan a ridicat mîna în 11 secunde, a păstrat-o orizontal 65 de secunde şi a coborît-o în 8 secunde; a avut nevoie deci de 84 de secunde.

— Ce însemnează asta? m-au întrebat ei curioşi.

— Doar că între voi există unele diferenţe de comportament: Vişan e ceva mai calm, Mircea gîndeşte mai repede. Ambii intraţi în tipul de sistem nervos „sanguinic", care are o mare capacitate de



MOMENTUL TRECERII EXCITAŢIEI ÎN INHIBIŢIE

lucru nervos şi este cel care caracterizează, în general, pe oamenii de ştiinţă. În cadrul acestui tip există multe subdiviziuni de nuanţă.

— Sînt aceste caractere ale sistemului nervos ereditare sau se cîştigă în viaţă?

— Da şi nu! Într-un anumit fel copiii seamănă părinţilor: au aceeaşi culoare a ochilor, aceleaşi linii palmare şi uneori firi asemănătoare, dar în alt fel educaţia poate schimba mult din firea omului. Tot ce se învaţă în viaţă nu este ereditar şi şcoala, prin educaţie, poate schimba tipul de sistem nervos, dintr-un melancolic poate face un sanguinic, iar un coleric poate fi stăpînit prin educaţie sau un melancolic poate fi trezit la un interes. Puterea educaţiei şcolare este foarte mare şi dascălii ar trebui să fie pregătiţi în mod special pentru a putea cunoaşte şi influenţa caracterele tipurilor de sistem nervos al învăţăceilor lor.

— Dar pornisem de la stomac! spuse Mircea şi am impresia că ne-am cam îndepărtat.

— În parte ai dreptate! *Stress*-ul cotidian acţionează diferit asupra mişcărilor stomacului sau asupra formării ulcerului. La tipul sanguinic stomacul se contractă brusc şi se pot provoca rupturi mai adînci ale mucoasei în care intră sucul gastric şi produce răni şi hemoragii. Acest tip va fi deci mai expus ulcerului decît tipul flegmatic, al cărui stomac se contractă foarte încet şi leneş.

— Niciodată nu aş fi crezut, spuse Vişan de afară, că în lumea asta vie pot exista aşa de multe corelaţii între fenomene. Cred că este pasionant să urmăreşti cauzalitatea şi interdependenţa.

— Ai să mai vezi încă multe, sper, dar hai să mergem mai departe. Pînă una-alta mai adaug că firea depinde şi de alte organe, cum ar fi de glandele cu secreţie internă (hormonală), pe care le vom întîlni în călătoria noastră. De altfel şi secreţia stomacului e influenţată de substanţe de tip hormonal.

Nava noastră s-a desprins din ancorare şi luată de chimusul gastric a fost antrenată spre pilor. Presiunea externă creştea mereu şi Mircea ne-a oprit exact la deschiderea pliurilor pilorice.

— Există aici muşchi circulari puternici, care în mod normal ţin pilorul închis. Contracţiunea sau relaxarea lor este comandată de nervi parasimpatici (+) sau simpatici (—), sisteme nervoase vegetative ce lucrează în majoritatea cazurilor antagonist. Parasimpaticul inervează musculatura circulară şi o contractă, iar simpaticul pe cea radiară şi astfel deschide pilorul. Cînd în stomac alimentele s-au mărunţit îndeajuns presiunea tonică creşte şi sfincterul piloric se deschide prin inhibiţia parasimpatică şi contracţia simpatică. Fii atent la acest mecanism şi saltă-ne dincolo cu o undă de chimus gastric!

Mircea a urmărit fenomenul şi la o undă de deschidere a săltat nava dincolo de pilor. Ne-am trezit în nişte pliuri longitudinale ale duodenului, care erau destul de strînse şi care ne-au oprit. La exterior era un lichid acid venit din stomac, dar şi un altul gălbui şi vîscos care avea un pH de peste 8, adică alcalin (bazic). Mircea a ancorat nava şi am aşteptat să vedem ce se întîmplă.

După cîteva zeci de secunde pilorul s-a deschis din nou şi o nouă undă de chimus gastric a năvălit în duoden, împingînd pe cea anterioară înspre intestin.

— Mecanismul pilorului este reglat de valorile de pH din duoden. Chimismul gastric acid, intrat în duoden, determină o excitaţie care prin nervii parasimpatici contractă musculatura circulară şi închid sfincterul. Cu ajutorul lichidului gălbui şi vîscos, care este o secreţie a pancreasului şi se varsă în duoden (propriu-zis în bulbul duodenal) se neutralizează aciditatea lichidului de aici, căci sucul pancreatic este foarte *alcalin ;* la el se adaugă şi puţină bilă care îi dă culoarea gălbuie. Cînd pH-ul de aici devine neutru se inhibă parasimpaticul piloric şi se excită simpaticul muşchilor pilorici care contractă musculatura radiară şi deci deschiderea pilorului. O nouă undă de chimus gastric năvăleşte în duoden şi acest fenomen se repetă pînă ce tot chimusul gastric a trecut în duoden şi de aici în intestinul subţire. E vorba deci de nişte reacţii chimice între sucurile gastrice (mai bine zis chimus) şi cele intestinale — în care bazele neutralizează acizii...

Mircea a înţeles foarte clar acest fenomen.

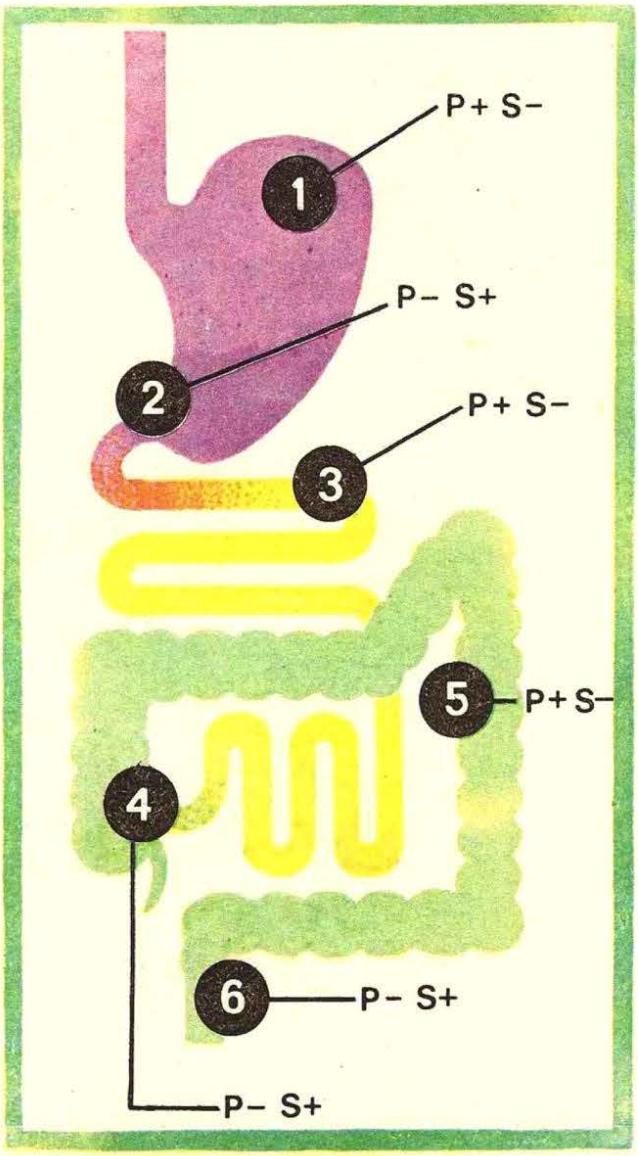
— *pH-ul* joacă aici un rol informaţional, spuse dînsul, adică reprezintă un semnal plus sau minus, pentru excitaţia pilorului sau mai bine zis a centrului nervos care comandă contracţiunea musculaturii circulare sau a celei radiare. În fond, este jocul de 0—1 cu care programăm şi noi în maşinile de calcul succesiunea unor operaţii. Numai că pilorul ştia acest lucru înaintea matematicianului american Norbert Wiener, care l-a aplicat pentru prima dată în 1946 la maşinile de calcul.

— Principiul acesta de 0—1 sau de +/— este un joc informaţional destul de comun la organismele vii. Dacă privim inervaţia tubului digestiv constatăm că stomacul este un organ P+S — (parasimpaticul îl contractă, simpaticul îl relaxează), pe cînd sfincterul piloric este un organ P—S+ (adică parasimpaticul îl relaxează, iar simpaticul îl contractă). Nici nu ar putea fi altfel. Intestinul subţire este şi el un organ P+S—, pe cînd valvula ileo-cecală este un organ P—S+. Numai aşa se poate face golirea compartimentelor digestive prin anumite sfincter, care separă diferitele compartimente digestive şi trecerea chimusului gastric sau intestinal mai departe. Această inervaţie de tip alternativ +/— este o adaptare funcţională de cea mai mare importanţă.

— Cît de interesante sînt toate acestea! spuse Mircea, nu m-am gîndit vreodată că o să le înţeleg aşa de bine.

Ne-am desprins apoi din pliurile duodenale şi înaintînd în lungul duodenului am ajuns într-un spaţiu lărgit, în care se deschideau prin nişte valvule lichidele care veneau pe de o parte de la pancreas, pe de alta de la ficat.

— Aceasta este *ampula lui Vater*, care primeşte pentru intestin sucul pancreatic şi bila. Remarcaţi că ambele aceste lichide se varsă aici la începutul intestinului subţire, ceea ce denotă că ele au un rol însemnat în digestia intestinală. Stomacul numai a



RELAXARE ŞI CONTRACTARE

1. STOMAC
2. PILOR
3. INTESTIN
4. VALVULA ILEO-CECALĂ
5. COLON
6. ANUS

P. PARASIMPATIC
S. SIMPATIC

pregătit această digestie!

Vedeam cum se scurg cele două lichide vîscoase din orificiile canalelor lor. Am rugat pe Mircea să ancoreze puţin nava.

— Înainte de a merge mai departe cred că trebuie să vă spun cîte ceva despre alimentele pe care le consumăm: pîine, cartofi, carne, brînză, ouă, lapte, grăsimi etc. Trebuie să menţionez că un om de 70 de ani consumă în timpul vieţii sale circa 100 000 kg alimente şi peste 31 000 litri de apă. Alimentele trebuie sfărîmate în produşi absorbabili, iar apa vehiculează în şi din organism peste 500 kg substanţe de excreţie. Aceste cantităţi pot arăta ce travaliu uriaş trebuie să facă organismul pentru a creşte şi apoi pentru a se menţine la greutatea sa normală. Alimentele sînt de origine vegetală sau animală, dar toate sînt alcătuite din aceleaşi principii de bază: zaharurile (ozele) pentru glucide, aminoacizii pentru proteine, acizii graşi şi glicerina pentru lipide. Aceste principii alimentare se numesc în mod curent *nutrienţi* sau *trofine* şi stau la baza alcătuirii tuturor alimentelor. Funcţia digestivă are rolul de a sfărîma alimentele pînă la stadiul de nutrienţi, singurii care pot fi absorbiţi în sînge şi limfă, de unde sînt duşi la celulele corpului, care îi primesc, îi înglobează, incluzîndu-i în structurile lor sau înlocuind pe alţi nutrienţi alteraţi din moleculele de constituţie celulară, sau îi „sfărîmă" (mai bine zis — îi ard) prin oxidare pînă la CO_2 şi H_2O, eliberînd energia care este depozitată în ei. Aşadar *digestia transformă alimentele în nutrienţi.* Aici, la începutul intestinului nu avem decît foarte puţini nutrienţi (cîţiva acizi graşi): restul sînt molecule mari de proteine (polipeptide, peptone), de amidon, picături de grăsimi etc.

Mircea asculta atent. Din canalele ampulei picurau mereu lichidele pancreatic şi bilă.

— Aş mai spune că instrumentele de sfărîmare a alimentelor sînt *enzimele*; adică nişte substanţe proteice cu o anumită conformaţie spaţială, care se pot prinde de alte molecule care au o conformaţie potrivită, ca în relaţia „cheie-lacăt". Între enzime şi moleculele alimentare se face astfel o sudură strînsă şi prin jocul forţelor chimice se rupe alimentul în bucăţi mai mici. Pepsina şi lipaza gastrică sînt astfel de enzime specifice. Am să vă arăt mai departe mecanismul acesta de acţiune, care nu numai că rupe o moleculă în altele mai mici, dar o rupe *numai în anumite puncte şi numai în alte molecule mai mici.* Enzimele determină astfel şi direcţia de apariţie a anumitor substanţe, căci organismul nu are nevoie de orice fel de substanţe mai mici. Amidonul este sfărîmat de amilază numai în dextrine, iar acestea în maltoză; aceasta e sfărîmată de maltoză numai în glucoză. Astfel enzimele determină însuşi lanţul reacţiilor chimice care duc la nutrienţi. Dar tot enzimele permit şi *sinteza* unor substanţe, aglomerarea de atomi în molecule, întotdeauna aceleaşi, pe baza aceloraşi dispoziţiuni spaţiale de care am vorbit.

— Aşa se explică deci, spuse Vişan, că orice am mînca, în tubul digestiv apar aceiaşi nutrienţi: glucoză, aminoacizi, acizi graşi şi glicerină! Dar celulele corpului cum îi folosesc?

— Fiecare celulă îşi are bateriile ei proprii de enzime, aşa că pe baza nutrienţilor care îi vin din absorbţie prin sînge, ea îşi sintetizează substanţele proprii. Enzimele sînt sintetizate pe baza codului genetic, sub influenţa ARN-ului celular. Aşa se explică de ce din oul de găină iese tot găină şi nu iepure.

— Amicilor, ştiţi că e ora amiezii, ne spuse Vişan, poate ar fi cazul să nu mai vorbim de alimente, de mîncăruri şi de digestie, ci să ne hrănim „aşa din obişnuinţă", accentuă el zîmbind. Mie îmi este foame cu adevărat!

Am acceptat sugestia prietenului nostru şi am mîncat multe bunătăţi preparate în mod special la cantina institutului, la comanda fermă a lui Mircea: pateuri, sandvişuri cu şuncă şi ouă, supă concentrată de carne, friptură de porc cu sos tartar; am băut bere şi cafea.

4

O GLANDĂ CU FUNCȚIE DUBLĂ

Eram încă în porțiunea ampulei și i-am propus lui Mircea să facem un salt în interiorul pancreasului, principala glândă digestivă, dar și una cu secreție internă — a insulinei — hormon atît de necesar utilizării glucozei în organism.

Șuvoiul de suc pancreatic în ampulă era prea puternic și am propus să ne întoarcem la începutul duodenului în bulbul duodenal și să intrăm în pancreas prin *canalul Santorini*, care se deschide aici și are un debit de suc mult mai mic decît cel al *canalului Wirsung*, a cărui deschidere o aveam în față. Mircea a manevrat nava în așa fel încît foarte curînd am ajuns la locul dorit și am putut pătrunde cu ușurință într-un canal relativ îngust. Propulsia magnetică ne-a permis să înaintăm încet pînă am ajuns în glandă. În jurul nostru era un lichid opalescent, bogat în carbonați și bicarbonați de sodiu și de potasiu, avînd un pH peste 9, deci foarte alcalin, care venea dintr-o mulțime de orificii ale tuburilor pancreatice, ce alcătuiau *acini*, un fel de „rotonde" în jurul unui canal mai larg; acesta se vărsa apoi în canalul în care ne aflam. Am înaintat cît mai departe prin canalul principal al pancreasului pînă am ajuns la așa-numita „coadă a pancreasului", unde mai erau numai cîteva deschideri de canale. Aici sucul era destul de limpede și Mircea m-a întrebat dacă vreau să-i facă o analiză mai detaliat.

— Iată un prim rezultat, mi-a spus dînsul după cîteva minute. Sucul are peste 82% apă, 3% săruri minerale și restul de 15% substanțe organice. Autoanalizoarele arată mai multe substanțe proteice care ar putea fi: tripsinogenul, chimotripsinogenul, ribonucleaza, amilaza, lipază, ADN-aza, procarboxipeptidază, carboxipeptidază.

— Este o adevărată analiză completă a sucului pancreatic pe care ai făcut-o, Mircea. Trebuie să adaug doar că enzimele amintite se elaborează în celulele acinului și că studiul acestui proces la microscopul electronic a fost făcut de George Palade, care l-a prezentat în 1952 lumii științifice, arătînd rolul ribozomilor, pe care i-a descris pentru prima dată în sinteza acestor substanțe.

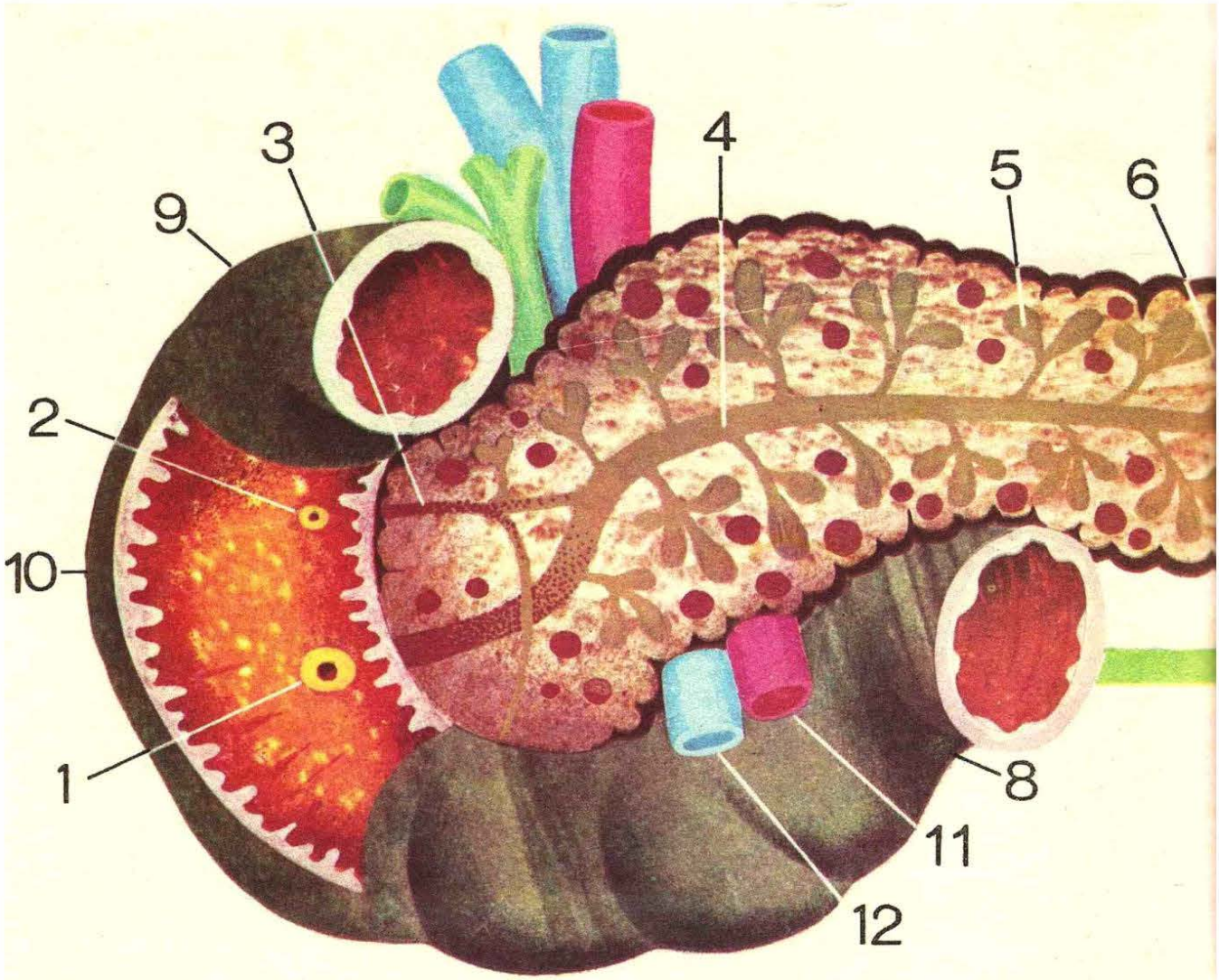
— După cum știu George Palade a obținut în 1974 Premiul Nobel pentru descoperirea ribozomilor și a rolului lor în viața celulei.

— Așa este, și ne mîndrim cu toții că un savant de origine română a primit această însemnată distincție internațională. Dar să continuăm cu pancreasul. Secreția lui este continuă, dar intensitatea ei variază. În momentul cînd alimentele sînt gustate, în gură se produce un reflex care prin nervul pneumogastric activează circulația sanguină a pancreasului. Iar atunci cînd chimusul gastric acid trece în duoden, se elaborează aici o substanță numită *secretină*, care antrenată de sînge ajunge la acinii pancreatici, determinînd o intensificare puternică a secreției pancreatice. Secretina este deci un hormon — primul care a primit titulatura de hormon! Secreția se varsă din abundență în *ampula lui Vater*, amestecîndu-se cu chimusul gastric venit din duoden. Vă amintiți că aici am văzut cum se neutralizează aciditatea chimusului prin bicarbonații și carbonații vărsați de sucul pancreatic și prin *canalul Santorini*.

Prin peretele unui canal al unui acin pancreatic am pătruns apoi în țesuturile dintre acinii glandei. Căutam o așa-numită „*insulă Langerhans*". Nu peste mult am dat de ea. Era o aglomerare celulară învelită în multe vase de sînge, unele mai largi și altele mai înguste ce derivă din primele. Am intrat prin pereții unui astfel de vas în circulația sanguină a „insulei". Înșirate în jurul vaselor se găseau două feluri de celule, unele mai mici, numite *celule alfa;* ele secretă *glucagonul;* altele mai mari, numite *celule beta;* ele secretă *insulina*. Insulina scade glucoza sanguină (glicemia) — glucagonul o mărește. Reglajul secreției celor doi hormoni cu acțiune antagonistă se face pe cale nervoasă din centrii vegetativi ai hipotalamusului pe baza unor excitațiuni ce vin de la cantitatea de glucoză din sînge. Dar există și un reglaj humoral, care își are originea în duoden, unde la trecerea chimusului gastric acid se elaborează o substanță numită *incretină*; ajungînd pe cale sanguină la *insulele Langerhans*, ea determină eliminarea insulinei din celulele beta. Acest proces coincide cu degradarea glucidelor din intestin sub acțiunea amilazei și cu apariția glucozei care se absoarbe în sînge. Insulina activează trecerea glucozei în glicogenul hepatic, astfel ca să nu se mărească glicemia sanguină, de asemenea ușurează consumul de glucoză de către toate celulele corpului.

— Cît de interesante sînt toate aceste mecanisme de reglaj, exclamă Mircea. Am impresia că la baza lor stau fenomenele de *feed-back*, cunoscute din automatele cele mai simple, ca în termostate. Cînd temperatura crește în interior, scade intensitatea curentului electric care încălzește aparatul, și invers. Este feed-back-ul negativ. Tu ne-ai arătat de ce eliminarea sucului pancreatic corespunde cu ajungerea chimusului gastric în duoden și cum eliberarea de insulină concordă cu ridicarea glicemiei în urma absorbției de glucoză din intestin.

— În primul rînd însuși stomacul elaborează o „*gastrină*" atunci cînd în interiorul lui încep să intre alimentele înghițite. Prin această substanță se intensifică secreția de suc gastric (mai ales atunci cînd se ingeră carne). Aici găsim un feed-back pozitiv: efectul întreține și amplifică cauza. Iar cînd chimusul gastric a trecut în duoden și conținutul stomacului s-a golit, duodenul elaborează o altă substanță numită *enterogastron*, care inhibă secreția glandelor



gastrice. Tot acum duodenul elaborează *secretina* — de care am amintit. Pentru digestie importantă este nu numai secreţia cantitativă a sucului pancreatic, ci şi cea calitativă, adică cea adaptată naturii alimentelor. *Pancreozimina duodenală* acţionînd asupra celulelor acinilor pancreatici măreşte elaborarea de enzime digestive. Tot acum duodenul mai secretă o substanţă numită *colecistokinină*, care ajungînd prin sînge la vezica biliară determină contracţiunea ei şi eliberarea în ampula Vater a unei bile concentrate, necesară proceselor de mărunţire fină a picăturilor de grăsime.

Duodenul este deci un centru puternic de reglaj al proceselor digestive de început. El intensifică şi secreţia *glandelor Brünner* din intestinul subţire, care eliberează *enterokinaza*, ce activează tripsinogenul în tripsină activă; jejunul secretă o *enterocrinină* în momentul cînd chimusul intestinal ajunge în ileon, favorizînd mişcările şi absorbţia produşilor degradaţi pînă la stadiul de nutrienţi.

— Adică dacă am înţeles bine, spuse Mircea, fiecare porţiune a tubului digestiv pregăteşte prin secreţii humorale (endocrine, hormonale) funcţionarea segmentului următor şi excitaţia care produce acest efect este însuşi conţinutul chimusului care trece prin porţiunea respectivă. Dar nu există şi un reglaj nervos în toate aceste mecanisme?

— Sigur că există! El poate fi dovedit dacă se taie o bucată de intestin (sau stomac) şi o punem într-o baie cu lichid adecvat la o temperatură egală cu cea din organism. Constatăm că ea se contractă regulat timp de cîteva ore. Dacă excităm preparatul, cu curent electric, cu acetilcholină sau mecanic în interiorul segmentului, constatăm intensificarea mişcărilor. Dar cu atropină îl putem bloca. Această mişcare a segmentului izolat se numeşte *automată* (aşa pare) şi se datoreşte produşilor de degradare *(catabolism)* ce rezultă în timpul contracţiunii anterioare şi care acţionează acum asupra celulelor nervoase ce se găsesc sub mucoasă şi între păturile musculare *(reţelele Meissner* şi *Auerbach)*, determinînd o nouă contracţiune ş.a.m.d. Asupra acestor reţele nervoase acţionează impulsuri din simpatic şi parasimpatic, iar acestea pot şi ele să fie determinate de impulsuri

din bulb sau din scoarță. Poate o să avem ocazia să vedem centrii corticali funcționînd și determinînd astfel de acțiuni în lanț pînă la intestin.

— De ce nu intervin acești centri superiori în continuu?

— Deoarece controlul local, humoral și nervos „automat" este de cele mai multe ori suficient. Centrii superiori sînt înștiințați de tot ce se întîmplă aici la periferie, prin fibre nervoase sensitive ce merg prin măduvă pînă la talamus. Dar numai atunci cînd ceva *„nu merge bine"* la periferie, intervin și centrii superiori. Sistemul nervos central poate fi comparat cu un dispecer, care intervine în mecanismele de producție numai în momentul cînd ele nu se produc după „grafic" El rămîne controlorul superior al întregei noastre activități, pe care însă o „cunoaște" în orice moment.

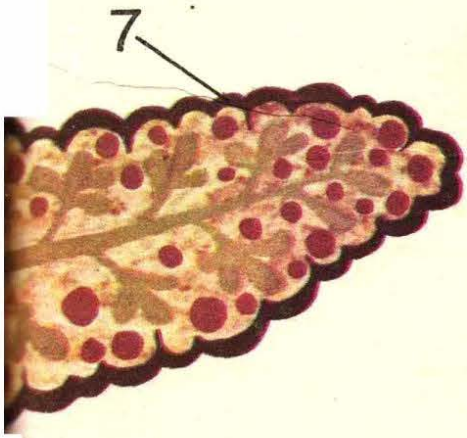
Mircea mă urmărea foarte atent. Pe fruntea lui apăruseră cîteva cute care îl făceau să semene cu „Gînditorul" lui Rodin.

— Nu ești obosit? Nu ai vrea să ne oprim undeva?

— Nu, nu, nicidecum. Totul mă interesează în mod deosebit. Cred că o călătorie în Lună nu ar putea fi mai atractivă decît aceasta a noastră. Așa că nu mai vorbi de oboseală și odihnă. Spune-mi ce trebuie să fac ca să vedem cît mai multe lucruri în acest drum al nostru prin corpul lui Vișan.

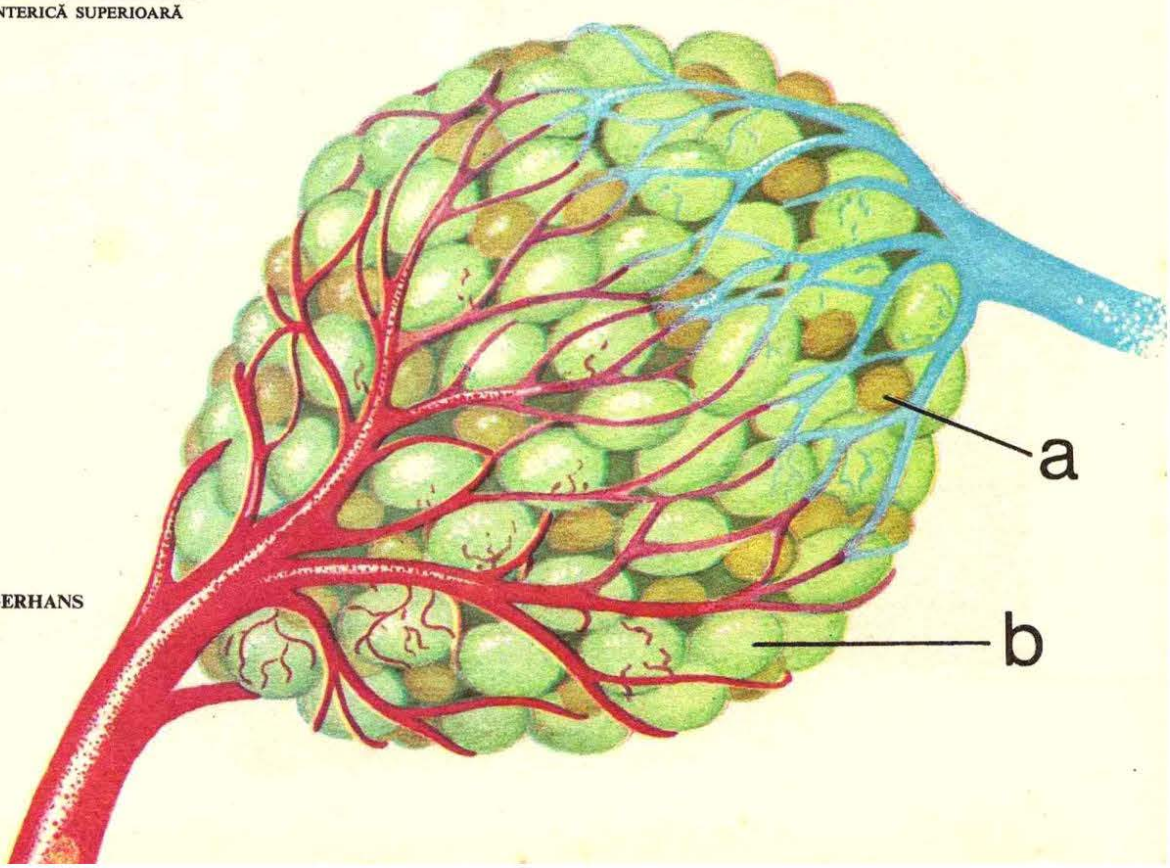
Am părăsit pancreasul revenind prin *canalul Wirsung* în ampula lui Vater.

— Propun să mergem mai departe prin intestin și să nu intrăm acum în ficat, așa cum am făcut cu pancreasul. Vom cunoaște această glandă, cea mai mare glandă a corpului, după ce vom fi cunoscut toate procesele de digestie din tot lungul intestinului. Dă-i drumul deci înainte spre jejun.



PANCREASUL

1. PAPILA MARE
2. PAPILA MICĂ
3. CANALUL ACCESOR *(SANTORINI)*
4. CANALUL (EXCRETOR) PRINCIPAL WIRSUNG
5. ACIN PANCREATIC
6. INSULĂ LANGERHANS
7. COADA PANCREASULUI
8. PORȚIUNEA ASCENDENTĂ A DUODENULUI
9. PORȚIUNEA DESCENDENTĂ A DUODENULUI
10. PORȚIUNEA ORIZONTALĂ A DUODENULUI
11. ARTERA MEZENTERICĂ SUPERIOARĂ
12. VENA MEZENTERICĂ SUPERIOARĂ



INSULĂ LANGERHANS

a. CELULE ALFA
b. CELULE BETA

5

PIERDUȚI ÎN LUNGUL INTESTINULUI

Știam cu toții că intestinul este un organ tubular de o lungime variabilă — după natura alimentației mai scurt la carnivore (la cîine, e de 4,5 ori lungimea corpului), mai lung la erbivore (la oaie e de 24 ori lungimea corpului). La om el are o lungime de 9,5 ori lungimea trunchiului (adică circa 7 m) fiindcă alimentația noastră este mixtă, ca la toate animalele omnivore. Prima porțiune a lui se numește *duoden.* și are o lungime de circa 20—30 cm, apoi urmează *jejunul*, cu o lungime de circa 2 1/2 m și în final, *ileonul* cu rectul, de circa 4 m. În duoden se varsă conținutul gastric și sucurile pancreatice și hepatice, în jejun are loc degradarea produșilor alimentari și în ileon are loc absorbția acestora. Dar aceste funcțiuni nu sînt net separate și degradarea și absorbția pot avea loc în aceleași porțiuni jejunale sau ileonale (ileale).

Înaintăm încet, căutînd un loc de ancorare. Pereții intestinului jejunal erau cutați transversal de niște pliuri neregulate ce înveleau tot lumenul intestinal. Erau *valvulele conivente* prin care se mărește mai mult de trei ori suprafața sa internă. Între ele erau porțiuni netede pe care se ridicau niște formațiuni ovale, de natură limfoidă, numite *plăcile Peyer*. Deasupra și în jurul lor erau foarte multe leucocite, celule libere cu foarte multe prelungiri pseudopodice, care aderau de pereții intestinali și captau prin *fagocitoză* bacterii care s-au trezit la viață în această parte a tubului digestiv. Imaginea pe care o aveam despre leucocite, din secțiunile clasice din cărți, era cu totul alta aici cînd le vedeam tridimensional. Mișcarea prelungirilor lor filiforme era foarte activă, era o căutare permanentă de materiale străine care trebuiau înglobate și duse fie spre formațiunile limfatice, fie în circulația sanguină. Căci se atribuie leucocitelor și posibilitatea de a înghiți macromolecule proteice din intestin și a le transporta în sînge unde le eliberează. În tot cazul, colegii mei și cu mine am fost foarte atenți să urmărim activitatea

LEUCOCITE DISTRUGÎND BACTERII SUB PLĂCUȚA PEYER

acestor celule „solitare", adică nelegate de altele în țesături fixe (țesuturi), și care se găsesc la absolut toate animalele (amebocite la nevertebrate, leucocite la vertebrate).

Apoi ne-am apropiat mai mult de suprafața intestinală. Am pus în lucru teleobiectivele și am constatat că pe suprafața valvulelor conivente, neregulate, se găsesc enorm de multe vilozități intestinale, care dau acestora un aspect de covor mătăsos. Ele sînt într-o permanentă mișcare de ridicare, ondulare și scurtare, ca și cînd ar fi niște pompițe cu o activitate regulată.

— Parcă ar fi un cîmp de pistoane, exclamă Mircea. Ce frumos se mișcă! Ce sînt ele?

— Se numesc *vilozități intestinale* și sînt organele speciale ale absorbției nutrienților. Dar ca să înțelegeți funcția lor trebuie să revin la procesele de digestie. Vă amintiți că în stomac carnea era ruptă de pepsină în macromolecule de tipul polipeptidelor și peptonelor. În sucul pancreatic există tripsinogenul, un precursor, care aici în intestin este preschimbat (de enterokinază) în tripsină activă. Această enzimă are o anumită conformație spațială, care se potrivește în moleculele de polipeptide și peptone pe care le rupe pe rînd pînă la aminoacizi liberi. Aceștia sînt nutrienții hidrosolubili care se pot absorbi prin vilozități direct în sînge. Dar și în sucul intestinal există o enzimă proteolitică, numită *erepsină*, care atacă în special polipeptidele și le reduce în aminoacizi. Ea este foarte bogată la nevertebrate, care de obicei consumă resturi putrede de substanțe proteice, dar o regăsim și la mamifere și om.

Amidonul nu este atacat în stomac. Puțina hidroliză pe care o face ptialina salivară este oprită de mediul acid gastric. El trece deci în duoden unde îl ia în primire sucul pancreatic bogat în *amilază;* se degradează prin faze intermediare (dextrine, maltoză) pînă la glucoză. Acesta este nutrientul de origine glucidică. Este tot o moleculă mică și hidrosolubilă, care prin vilozități trece direct în sînge.

Mai complicată este degradarea și absorbția grăsimilor. Ele sînt esteri ai acizilor grași cu glicerina și sînt insolubile în apă. Sînt atacate de lipaza gastrică (în foarte mică măsură), dar mai ales de cea pancreatică și intestinală. Acțiunea acestor enzime nu se poate face decît pe picături foarte fine. Un proces de *emulsionare* a grăsimilor trebuie deci să preceadă pe cel de *hidroliză* enzimatică. Primul se face cu ajutorul bilei, care se varsă la începutul intestinului în ampula Vater. În bilă sînt *sărurile biliare* care ne interesează acum. Vă amintiți că colecistokinina era elaborată de duoden în momentul cînd chimusul gastric trecea pe aici; ea declanșează contracția vezicei biliare și vărsarea în intestin a unei bile concentrate. Știm că apa are o pronunțată tensiune superficială și nu se amestecă cu grăsimile — de exemplu cu untdelemnul. Sărurile biliare au proprietatea de a scădea tensiunea superficială a apei apropiind-o de aceea a grăsimilor: astfel ele se pot „amesteca".

Mișcările de balansare și de măcinare ale intestinului mărunțesc picăturile de grăsimi tot mai mult, astfel că se obține o emulsie foarte fină și stabilă, picăturile de grăsime avînd diametre de cîțiva microni. La suprafața acestora aderă enzimele speciale — *lipazele*, hidrolizînd pe rînd cîte o moleculă de grăsime în acidul gras și glicerină. Acest proces are intensități variabile în lungul intestinului subțire, dar maximum de activitate de hidroliză (lipolitică) se produce în jejun. Acizii grași care apar se combină imediat cu săruri de sodiu, potasiu sau calciu existente în chimusul intestinal și formează *săpunuri* solubile în apă. Glicerina este și ea hidrosolubilă. Astfel săpunurile și glicerina pot pătrunde prin epiteliul vilozității. Aci, însă, se petrece un fenomen neașteptat. În celulele acestuia *se refac* grăsimile, dar ca grăsimi specifice animalului, iar sărurile de sodiu, potasiu sau calciu sînt redate în lumenul intestinal. Picătura de grăsime ce a apărut acum în celula epitelială este trecută prin membrana bazală a acestora în spațiul dintre vilozități, de aici intră — nu în capilarul sanguin, ci în capilarul limfatic din mijlocul acesteia, cu peretele ciuruit; cu limfa, ea este împinsă în vasele limfatice ale mucoasei, apoi în așa-numita *cisternă Pequet*, apoi în canalul toracic și abia acum ajunge în *vena subclaviculară stîngă*, adică în sîngele venos. Limfa cu picăturile de grăsime, amestecată cu sîngele, trece apoi în vena cavă, în inima dreaptă, ajunge la plămîni, se înapoiază în inima stîngă și de aici — prin sîngele arterial — ajunge, în sfîrșit, la depozitele de grăsimi din regiunile de sub piele (subdermice), din jurul organelor etc. Grăsimea se depune acolo ca *țesut adipos*. În acest proces complicat de absorbție se evită trecerea grăsimilor absorbite prin ficat.

— Deci ca să rezum, spuse Mircea, grăsimea este întîi mărunțită, apoi degradată de lipaze, absorbită sub formă de săpunuri și în celulele epiteliale intestinale refăcută grăsimea proprie organismului. Proces care *pare* complicat, dar fizic este foarte simplu.

— Așa este, dar să revenim la vilozități. Se văd că pîlpîie întruna. Aceasta este o contracțiune a fiecăreia, datorită unui mușchi ce pornește de la bază pînă în vîrf și se numește *mușchiul lui Brücke*. Cînd se contractă conținutul sîngelui sau al limfei din vilozitate este presat și împins în vasele submucoasei, sîngele se adună final în vena portă, iar limfa în canalul toracic. Cînd mușchiul se relaxează, vilozitatea se ridică și e gata să se umple din nou cu produși de absorbție. Ea funcționează deci ca o mică pompă care aspiră produși din interiorul intestinului și îi împinge în sînge sau limfă. Acest joc de pompă durează atîta vreme cît în lichidul intestinal se găsesc nutrienți dizolvați.

— Mărturisesc că acest proces de absorbție și corelațiile dintre segmentele tubului digestiv sînt extraordinare, spuse Mircea. Cîte vilozități sînt în tot intestinul?

— Numărul lor variază cu locul; în duoden sau chiar la începutul jejunului, unde predomină procesele de degradare a alimentelor, numărul vilozităților este redus; dar în partea posterioară a jejunului și în ileon predomină procesele de absorbție. Aici se pot găsi pînă la 2 500 vilozități pe cm^2. Ele reprezintă

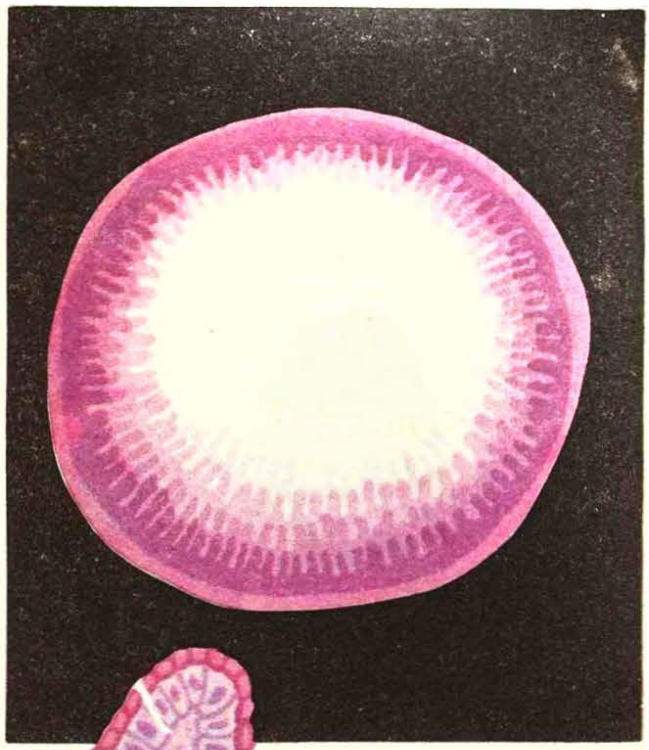
și o mărire extraordinară a suprafeței de absorbție. Datorită valvulelor conivente, vilozităților (și nu trebuie să uităm că există *microvilii* ai celulelor intestinale) suprafața de absorbție a intestinului este de circa 50 m^2.

— Dacă intestinul ar fi un simplu tub cu un diametru de 3 cm și o lungime de 7 m, așa cum pare de la exterior, suprafața lui ar fi numai de 3 300 cm^2, adică de 0,3 m^2, spuse Vișan de la exterior. Interesant mod de a mări suprafața internă a unei conducte.

Noi priveam ritmul de contracție și Mircea îl măsura cu cronometrul.

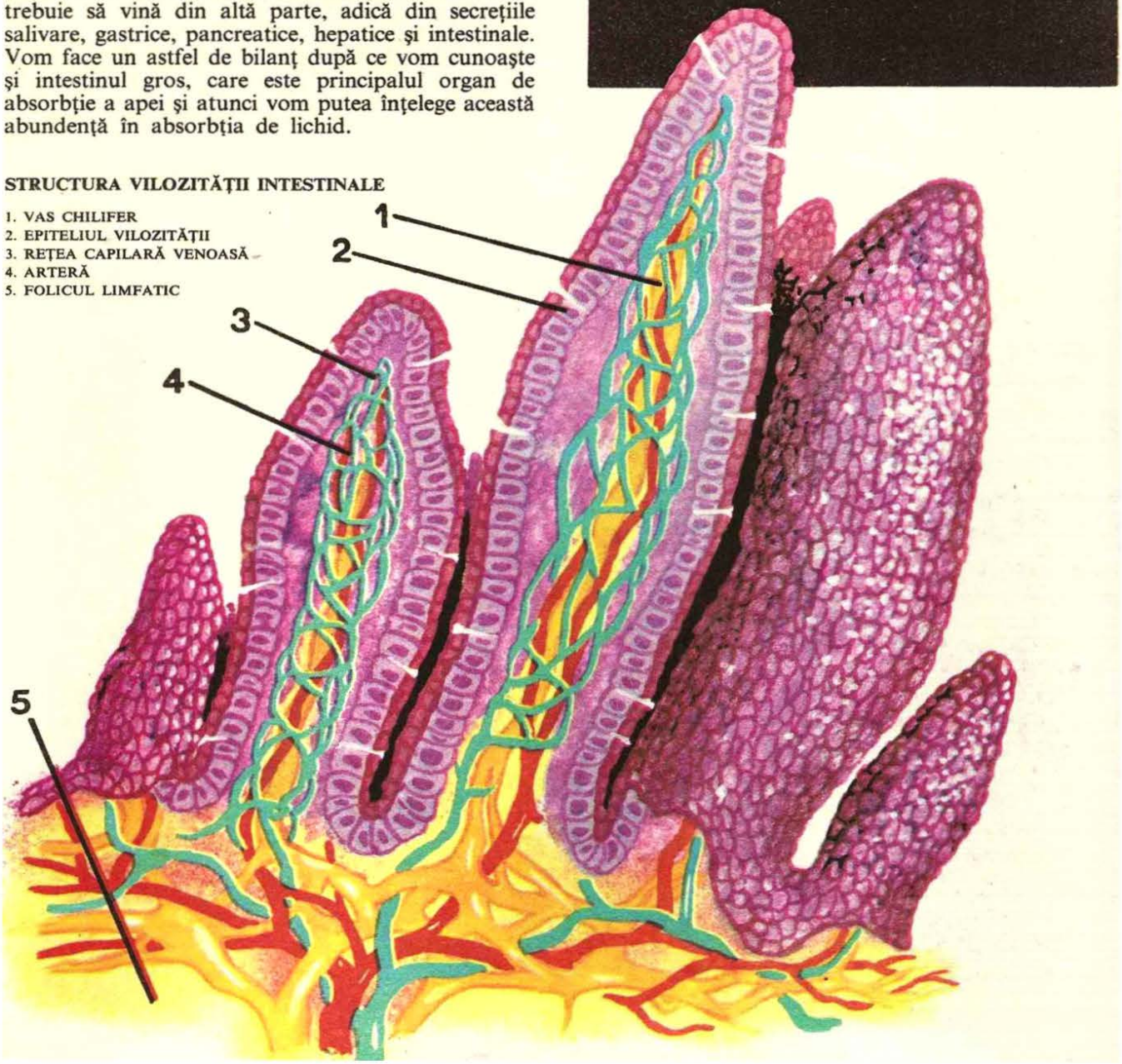
— Cinci pe minut, spuse el. Dacă suprafața internă a intestinului este de 50 m^2 și după cîte îmi dau seama fiecare vilozitate se umple cu 0,01 mm^3 însemnează că în ele poate trece, din chimusul intestinal în sînge și limfă, cîte 7 litri de lichid pe oră.

— Nu mi-am pus niciodată problema în felul acesta! Desigur calculele tale sînt bune. Dar trebuie să ținem cont de faptul că absorbția durează în medie cam 3 ore, că nu toate vilozitățile lucrează în același ritm, că în intestin nu ajunge prin ingestie decît cel mult un litru de lichid. Înseamnează deci că restul trebuie să vină din altă parte, adică din secrețiile salivare, gastrice, pancreatice, hepatice și intestinale. Vom face un astfel de bilanț după ce vom cunoaște și intestinul gros, care este principalul organ de absorbție a apei și atunci vom putea înțelege această abundență în absorbția de lichid.



STRUCTURA VILOZITĂȚII INTESTINALE

1. VAS CHILIFER
2. EPITELIUL VILOZITĂȚII
3. REȚEA CAPILARĂ VENOASĂ
4. ARTERĂ
5. FOLICUL LIMFATIC



Dar nu uita că vilozitățile de la capătul de sus al jejunului încetează să mai lucreze cînd chimusul a trecut în ileon, iar acestea nu lucrează cînd chimusul a ajuns în duoden. Iată de ce calculul tău, valabil matematic și global, nu se potrivește aidoma cu ceea ce se petrece în interiorul intestinului. Prezența aminoacizilor mărește activitatea vilozităților, dar lipsa lor o micșorează. Pe măsură ce în ileon se face absorbție, mișcarea de pompițe a vilozităților scade. Vezi deci că în organism nu merg întotdeauna calculele globale.

Mircea mi-a zîmbit și mi-a dat dreptate.

— Pune acum motoarele în mișcare să mergem înspre capătul ileonului, acolo unde în chimus încep să nu mai fie amonoacizi, glucoză, acizi grași și glicerină, vitamine etc. și să examinăm trecerea chimusului în intestinul gros, prin *valvula ileocecală*, orificiu simetric pilorului, dar la ieșirea din intestinul subțire.

Drumul nostru a durat destul de mult, căci trebuia să străbatem peste 4 m distanță și la micimea noastră, cu întortocherile anselor intestinale, mișcarea noastră nu era prea rapidă. La un moment dat Mircea a oprit motoarele :

— Ce se întîmplă acum? Nu vezi că ne răsturnăm ? Nu am greșit drumul, mergem înapoi ?

Într-adevăr eram prinși într-un du-te-vino grozav de neregulat și nava noastră se răsturna mereu, iar presiunea de la exterior varia ca un barometru în apropierea unei furtuni brusc apărute. Vișan de afară era însă foarte calm și mereu ne spunea că nu stăm în loc, că ne mișcăm înainte, dar și înapoi și se distra spunîndu-ne că parcă am fi un ghem de ață cu care se joacă un pisicuț.

Eram prinși în mișcările intestinului, care cînd pendula dintr-o parte în alta, răsturnîndu-ne peste cap, cînd ne împingea cu o undă peristaltică brusc înainte, cînd ne strîngea ca într-o menghină prin mișcările de mărunțire. Dar fiindcă nu îi prevenisem pe prietenii mei, ei nu înțelegeau ce se întîmplă.

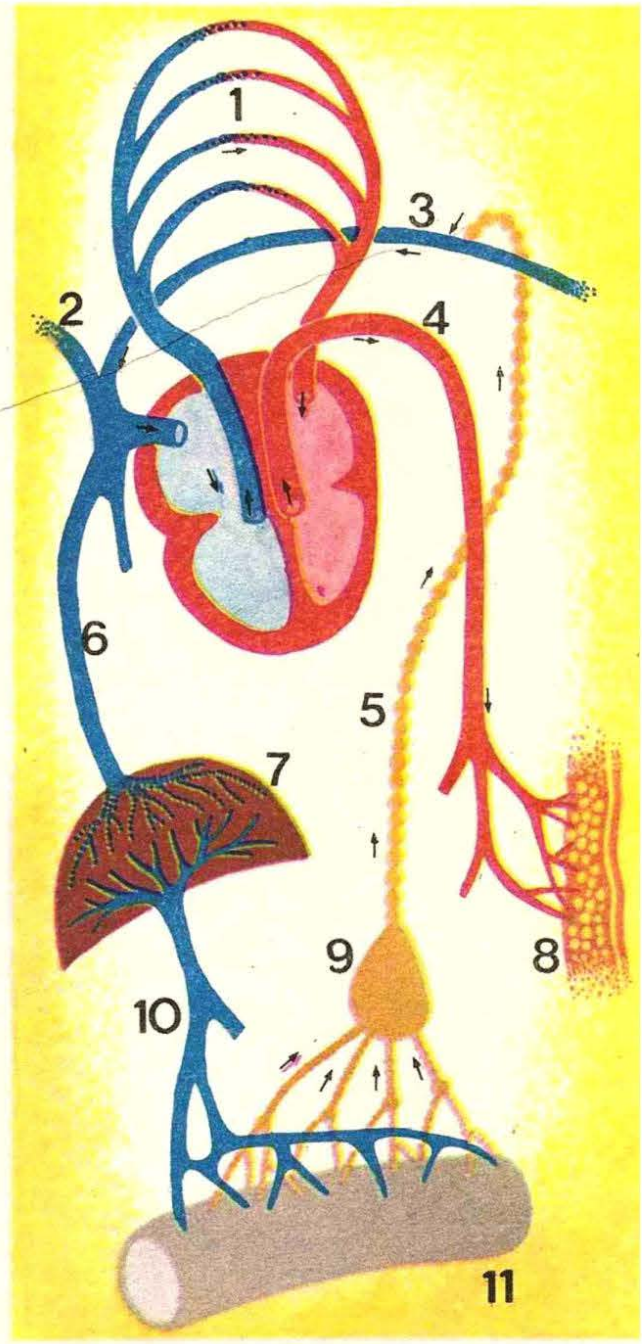
— În forma aceasta, spuse Mircea, mi-e greu să pilotez nava și să o mențin verticală. Spune-mi ce să fac?

Nu aveam nici o posibilitate să îl ajut, căci tot ce ni se întîmpla se datora însești mișcărilor intestinale și noi trebuia să le suportăm ca să putem ajunge la sfîrșitul lui.

— Datorită acestor mișcări, mai ales a celor peristaltice, înaintarea noastră spre capăt este grăbită, le-am spus, și în loc să o facem singuri, lucru ce ne-ar lua poate două ore, intestinul o face pentru noi și probabil că nu peste mult vom ajunge la capătul acestor răsturnări, care, mărturisesc și eu, nu sînt prea plăcute.

Vișan de afară vedea pe ecranul de TV un punct ce emitea radiații gamma, săltînd ca o granulă de tuș în apa de sub un microscop și ne spunea mereu că sîntem prinși într-o mișcare browniană.

— Acum îmi dau seama de ce mișcări este capabil intestinul și că prin ele conținutul lui, chimusul intestinal, se amestecă mereu cu el însuși și cu enzimele care se varsă aici, iar că final lichidul este împins



DRUMUL PICĂTURILOR DE GRĂSIME DE LA LOCUL ABSORBȚIEI LA ACELA DE DEPOZITARE

1. CIRCULAȚIE PULMONARĂ
2. VENA SUBCLAVICULARĂ STÎNGĂ
3. VENA SUBCLAVICULARĂ DREAPTĂ
4. AORTA
5. CANAL TORACIC
6. VENA SUPRAHEPATICĂ
7. FICAT
8. GRĂSIME SUBCUTANATĂ
9. CISTERNĂ PEQUET
10. VENĂ PORTĂ
11. INTESTIN

pînă spre sfîrșitul acestui tub, fenomen ce se petrece destul de repede.

Mircea a păstrat tot timpul autoanalizoarele în funcțiune, pe care le controla mereu, cu tot echilibrul greu de păstrat în aceste condiții de permanentă

mişcare şi răsturnări. Cînd m-a anunţat că din chimus au dispărut aminoacizii, am oprit.

— Cred că ne găsim în ileonul terminal. Pînă aici majoritatea nutrienţilor au fost absorbiţi şi în chimus au rămas substanţe nedigerate printre care şi anumite proteine, unele grăsimi, acizi nucleici şi multă apă.

— Adică pot înţelege că nu numai prezenţa unor substanţe chimice poate constitui un excitant în lumea vie, ci şi lipsa unor astfel de substanţe poate fi o informaţie! Dacă e aşa, atunci situaţia e similară cu notaţia 0—1 de la maşinile de calcul.

— Exact! şi fenomenul acesta nu se întîmplă numai în ileon. Prezenţa de vapori de acid clorhidric într-o cameră te opreşte să intri, pe cînd lipsa lor îţi permite să intri. Cam aşa se întîmplă reflexul de deschidere şi închidere a valvulei ileo-cecale, care trebuie să fie pe aici pe aproape. Cînd s-au absorbit toţi nutrienţii atunci se permite deschiderea acestui sfincter. Ca urmare nu se pierde nimic din ceea ce este rezultatul digestiei.

— Ingenios sistem de economie. Nu aş fi bănuit că în organism se aplică un astfel de sistem pentru funcţia digestivă, spuse Mircea.

— O să te miri cîtă „termodinamică" se aplică în organism şi ce principii de economie stau la baza energeticei acestuia.

Stăteam în faţa valvulei ileo-cecale şi priveam cum funcţionează aceasta.

— Ştii că seamănă destul de bine cu faldurile pe care le-am găsit în pilor, spuse Mircea. Dar dacă acum îmi dau seama cum se deschide, te rog spune-mi cum se închide.

— Cred că pentru asta va trebui să trecem dincolo. Pune-ţi motoarele magnetice în funcţiune şi odată cu o deschidere saltă-ne şi pe noi.

Mircea a manevrat butoanele necesare şi iată-ne acum în interiorul cecului. Eram într-o mare incintă. Calculele lui Mircea arată că încăperea avea peste 9 cm diametru. Dinspre ileon din cînd în cînd ţîşneşte un lichid, chimusul intestinal, care se adaugă celui existent ridicînd mereu nivelul acestuia.

— E cu totul un alt aspect decît în intestinul subţire, remarcă prietenul meu. Aici e spaţiu mult. Pereţii sînt „umflaţi" şi văd în lung nişte benzi continue. Totul se mişcă apoi altfel. Parcă am fi într-un foi. Ia spune-ne unde sîntem şi ce este aici.

— Tocmai asta voiam, răspund eu. Sîntem în intestinul gros, în porţiunea numită *cec*. Pereţii acestuia sînt musculoşi şi se contractă sau se dilată în funcţie de conţinutul lichid de aici, fără să se modifice presiunea internă. Cecul şi intestinul gros sînt şi ele organe cavitare. Dar alcătuirea colonului (intestinul gros) este dată de o serie de spaţii ca de burduf, din care conţinutul trece din unul în altul şi adesea înapoi, datorită contracţiunii, mai ales a celor 4 benzi musculare, care presînd asupra unui spaţiu inferior face ca să treacă dintr-un spaţiu în altul. Aceste spaţii-burduf sînt delimitate de nişte fibre de musculatură circulară, care atunci cînd sînt în maximum de contracţiune pot să închidă aproape complet spaţiul respectiv. Ele se închid înainte şi rămîn deschise înapoi, astfel că se determină şi direcţia generală şi finală de înaintare a conţinutului lor, care este numai spre anus.

După ce ne-am plimbat prin spaţiul cecului, ne-am fixat de un fald al acestuia şi priveam în jur.

— În intestinul gros se face absorbţia cea mai puternică a apei. Aici intră zilnic peste 9 litri de chimus lichid. Se elimină la exterior 150—200 cm^3 materii fecale care conţin 120—170 cm^3 apă, iar restul apei se absoarbe. Acum e cazul să revenim puţin la acest bilanţ, pe care l-am început şi în intestinul subţire.

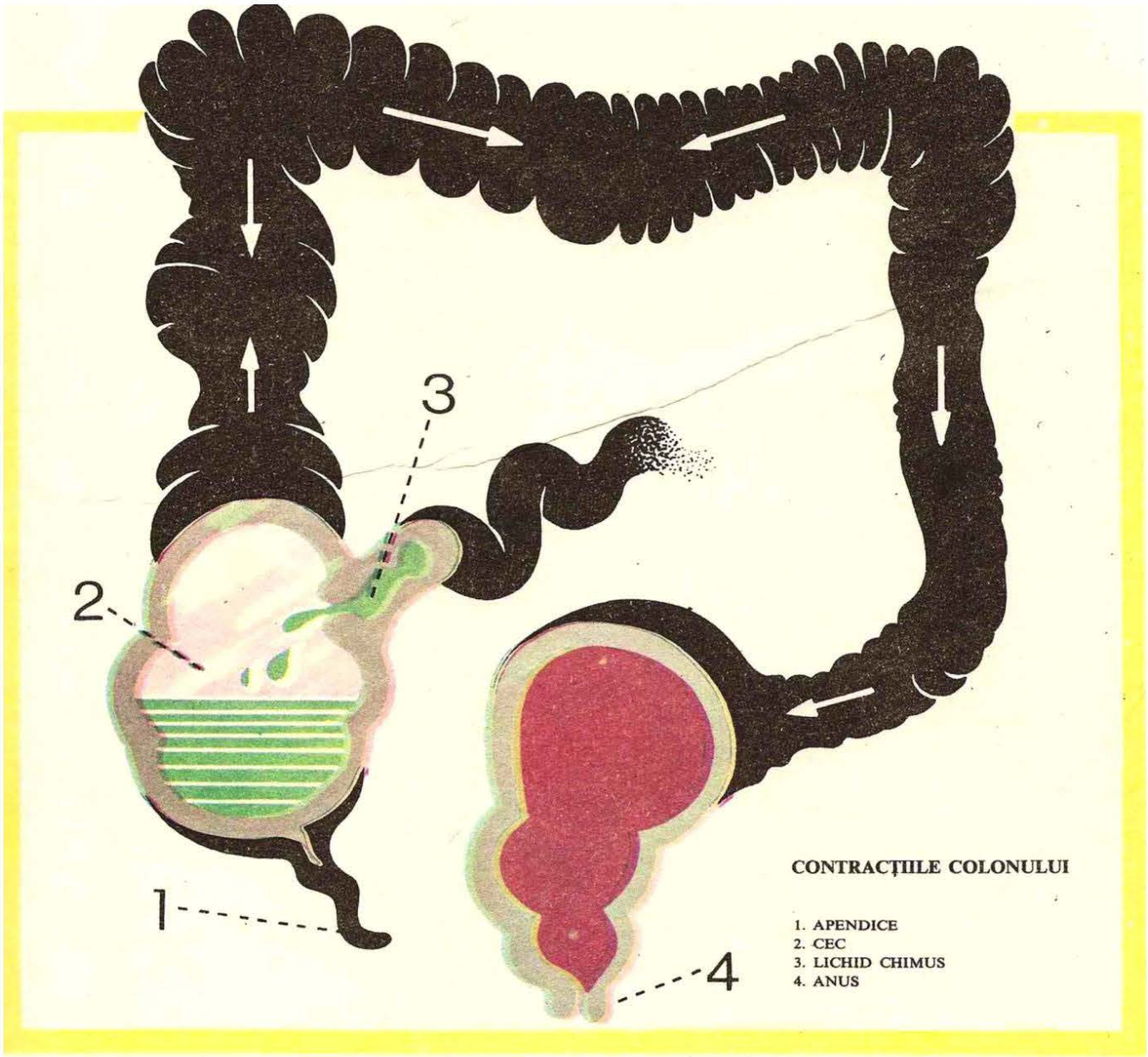
— Da, într-adevăr, de unde este aici atîta lichid?

— Omul bea pînă la 2 litri de lichide zilnic. La această cantitate trebuie adăugate lichidele diferitelor secreţii: 800 cm^3 salivă, 1 500 cm^3 suc gastric, circa 2 000 cm^3 suc pancreatic şi bila, 3 200 cm^3 suc intestinal. Toate aceste cantităţi se adună, în mică parte sînt reabsorbite de intestinul subţire, dar în cea mai mare cantitate ele intră în intestinul gros, de unde se absorb deci peste 9 litri apă.

— Grozavă maşinărie de produs şi absorbit apa! spuse Mircea. Dar nu tot aici este apendicele care ne face uneori atîta rău?

— Vezi în jos, în fundul cecului, un orificiu închis de falduri ale mucoasei. Este locul unde începe apendicele. Acesta are o istorie curioasă. La erbivore este un organ puternic dezvoltat, care secretă o serie de enzime digestive. La noi este un organ rudimentar, în regresie, care dacă şi-a pierdut rolul digestiv a cîştigat, prin acumularea de ţesut nervos, un rol de centru de coordonare a mişcărilor întregului intestin gros şi subţire. Pe schema aceasta se vede clar că în lungul tubului digestiv sînt două regiuni de mare importanţă pentru întreg procesul de digestie şi absorbţie: regiunea pilorului, pe care am cunoscut-o deja, şi regiunea valvulei ileo-cecale şi a cecului. Cea dintîi prezidează fenomenele de digestie enzimatice în lungul intestinului subţire, cea de a doua prezidează mişcările intestinului subţire şi vărsarea conţinutului lui în cec şi deci în intestinul gros. Dacă apendicele se elimină prin operaţie, rolul său coordonator se preia de reţeaua nervoasă proprie a ileonului terminal, care este mult mai bogată decît a restului intestinal. Astfel pilorul şi apendicele reprezintă două noduri importante pentru întreg procesul de digestie; de aici se coordonează şi supraveghează secreţia enzimatică, mişcările intestinale şi înaintarea chimusului, cît şi absorbţia nutrienţilor. Aceste puncte nodale vegetative pot fi influenţate de sistemul nervos central, ca în cazul stenozelor duodenale (enervări puternice), a diareelor (colitelor, din cauza enervărilor) etc.

— Dacă am înţeles bine, spuse Vişan de afară, există o etajare a centrelor care controlează procesul de digestie: reţeaua nervoasă din pereţi, voi îi ziceţi *intramurală* (plexusurile Auerbach şi Meissner), reglează în mod normal activitatea digestivă pe baza unor excitaţii mecanice şi chimice ce vin de la însuşi conţinutul tubului digestiv. Se adaugă centrele: pilorric şi apendicele: dacă intervine ceva neprevăzut (o cantitate prea mare de grăsimi, de alimente etc.),



atunci intervin sistemele vegetative simpatice şi parasimpatice din bulb şi ganglionii mezenterici; iar dacă se produc evenimente care privesc întreg organismul (spaimă, emoţii foarte puternice, boli psihice etc.) atunci însuşi sistemul nervos central comandă mersul procesului de digestie şi de evacuare.

— Dragul meu Vişan, ai expus magistral raporturile digestiei cu sistemul nervos, în general. Bravo! Mă bucur că l-ai înţeles aşa de bine. Vă daţi seama acum de ce este necesar ca mîncarea să se facă la un acelaşi timp al zilei, să fie luată în linişte şi ambianţă plăcută, mîncărurile să fie frumos servite, mirosul lor îmbietor, şi să nu ne facem sînge rău din nimic. Toate acestea favorizează o bună digestie şi absorbţie.

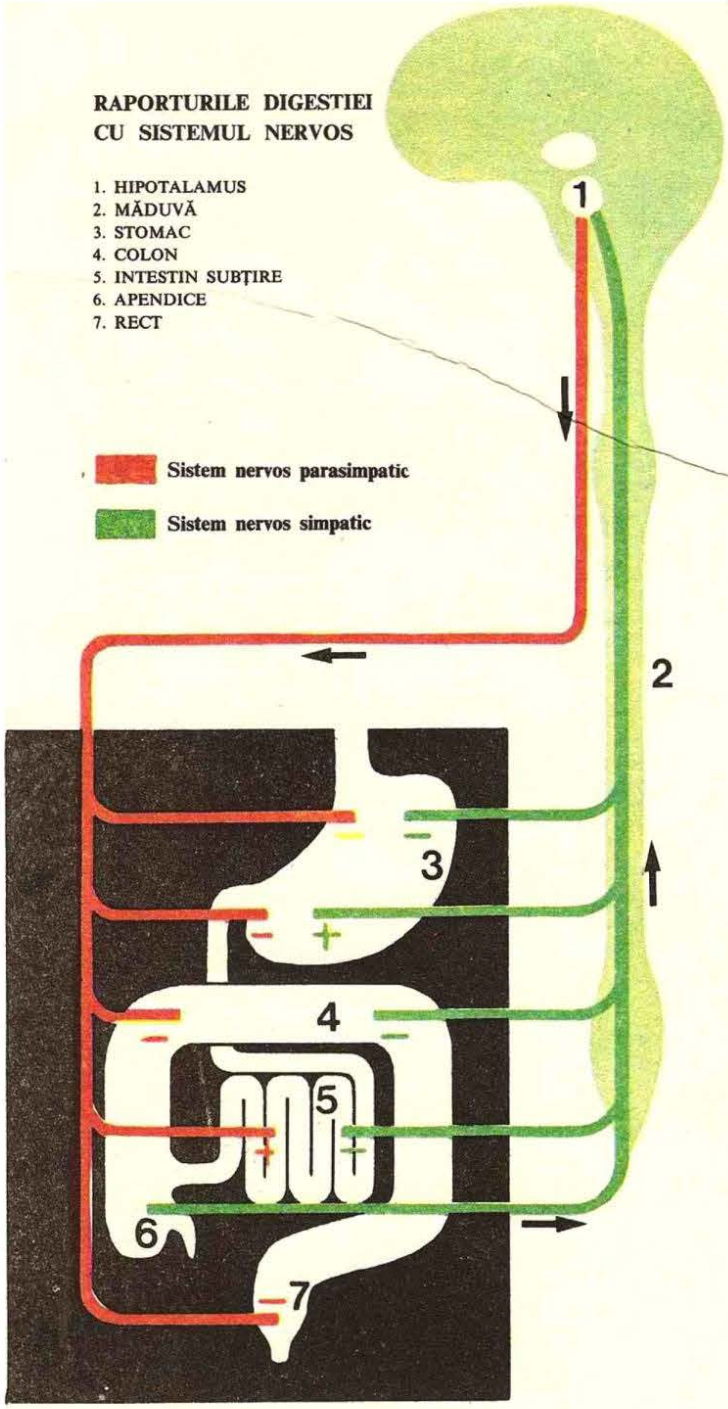
— Te rog să ne spui ceva şi în legătură cu fenomenele bacteriene din intestinul gros. Aici se produc multe gaze şi nu rar foarte rău mirositoare. De ce sînt bacteriile în intestin? Au vreun rol?

— Am vrut chiar să ridic această problemă, dar mai întîi te rog numără germenii de la exterior.

Mircea învîrti nişte butoane, se aprinseră nişte beculeţe colorate şi pe galvanometre acele săreau inegal, unele mai sus, altele mai jos.

— În chimusul intestinal ce se varsă în cec sînt între 20 şi 50 mii de germeni pe cm^3, pe cînd în lichidul din cec sînt milioane de germeni pe cm^3. Unii din aceştia sînt aerobi, desfac glucoza în dioxid de carbon şi apă; alţii sînt anaerobi şi atacă proteinele producînd amoniac.

— Vişan este un om căruia îi plac mult lactatele. Asta o ştim. Dar chiar dacă nu o ştiam, o putem constata acum. Faptul că majoritatea germenilor lui sînt aerobi, înseamnă că în flora lui se găsesc mai ales *Bacilus coli*, *B. bifidus*, *B. acidophilus*, *B. oxalis*, *B. pyocianus* etc. care atacă monozaharidele (glucoza, galactoza), dizaharidele (zahărul, lactoza) şi chiar amidonul, desfăcîndu-le pînă la acid piruvic, apoi în acid lactic şi final în dioxid de carbon şi apă. Toţi aceşti produşi îi regăsim şi în metabolismul intermediar al corpului şi se absorb odată cu apa, şi nu sînt toxici pentru corp. Alături de aceştia există bacili anaerobi, apoi celule de drojdii şi de ciuperci, care atacă substanţele proteice nedegra-



date (zgîrciuri, fibre de colagen, de țesut conjunctiv etc.), descompunîndu-le în amoniac, acizi fenolici, oxiaromatici, indoli, scatoli, hidrogen sulfurat, mercaptan, metan, amine etc., etc. Astfel de produși nu apar în metabolismul intermediar decît eventual ca substanțe de trecere și sînt transformați de celule în produși netoxici. Dar în intestinul gros ei se acumulează, se solvă în apă și se absorb uneori în sînge. O bună parte din ei sînt neutralizați chiar în celulele epiteliului intestinal, o altă parte în celulele hepatice unde ajung cu sîngele venei porte. Dar totuși rămîn mici cantități din ei care trec dincolo de ficat și se depun fie în pereții vaselor arteriale, fie în țesuturile organelor (parenchim), fie în celulele țesutului conjunctiv, provocînd o evidentă micșorare a funcțiunii lor.

Omul de știință sovietic I. I. Mecinikov, care s-a ocupat în mod special cu studiul acestor produși bacterieni din colon, a dovedit că cei rezultați din activitatea bacteriilor aerobe duc la prelungirea vieții cobailor, iepurilor etc., pe cînd cei rezultați din procesele anaerobe duc la îmbătrînire prematură, la slăbirea vaselor, hipertensiuni, hemoragii etc.

Flora bacteriană există și nu o putem îndepărta, căci germenii intră odată cu alimentele și în intestinul gros găsesc condiții optime de dezvoltare. Chiar dacă se iau antibiotice timp îndelungat, ea nu dispare total (devin antibiotic-rezistenți) și mai ales se reface foarte repede. Dar ceea ce putem face este de a ne crea o floră aerobiotică, ai cărei produși nu sînt toxici. Asta înseamnă a nu consuma prea multă carne, ci mai mult lapte, iaurt, brînzeturi. Sigur din acest motiv populațiile care consumă multe produse lactate (bulgarii, caucazienii etc.) trăiesc mai mult decît restul europenilor care mănîncă mult prea multă carne.

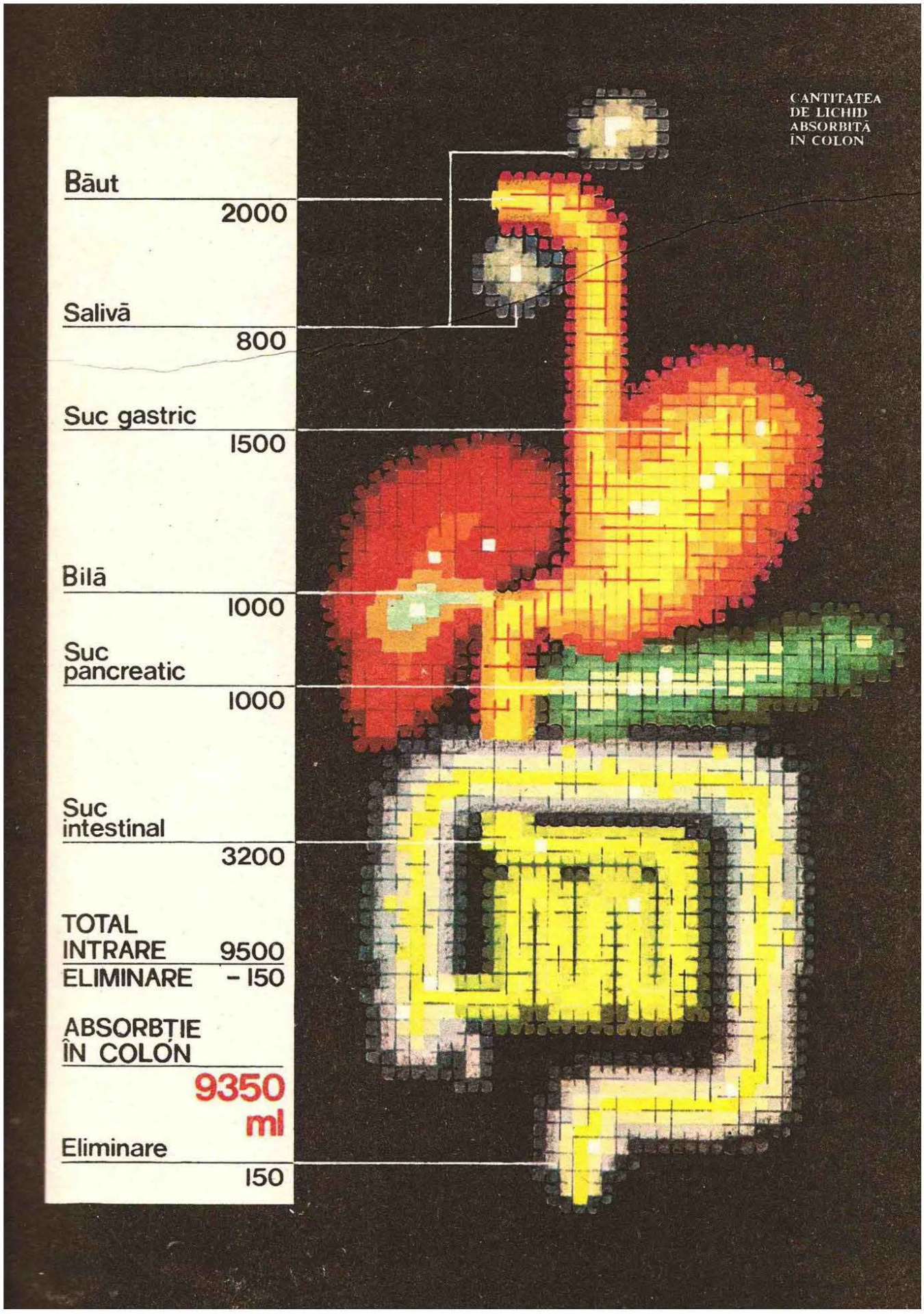
Flora intestinală atacă toate substanțele organice care nu au fost degradate și absorbite în intestin: fibre tendinoase, albumine, clorofilă, bilă, produși de descuamare ai epiteliilor intestinale, enzime și chiar alte bacterii. Ele pot reprezenta 5% din pîine, 4% din orez, 5% din carne, 15% din zarzavaturi etc. și cantități uriașe de bacterii. Într-un gram de fecale la om s-au găsit peste 150 milioane de germeni, ceea ce pentru cantitatea de fecale eliminată zilnic înseamnă peste 10 miliarde bacterii.

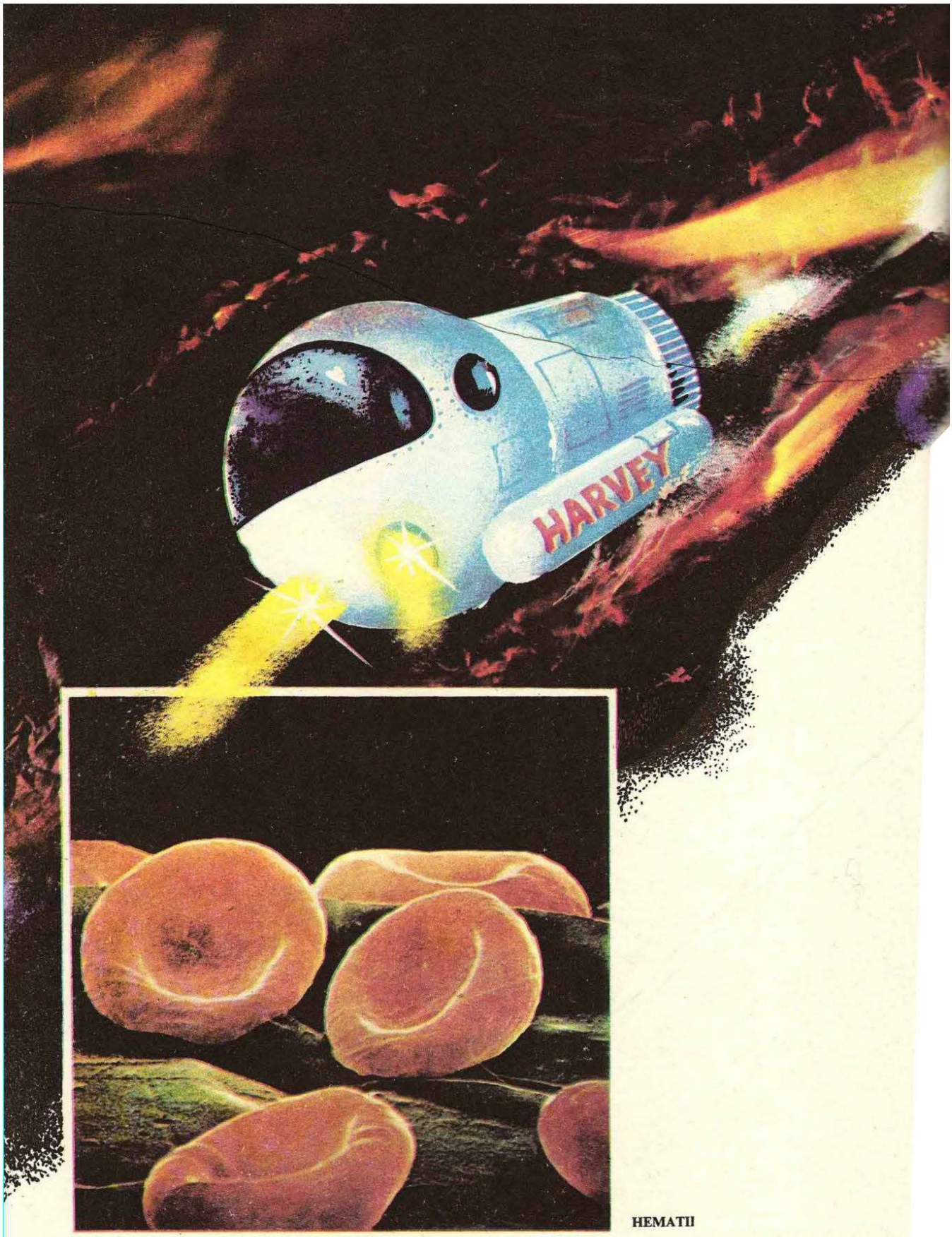
— Dar sînt necesare aceste bacterii pentru digestie?

— E greu de spus, categoric, *da* sau *nu*. S-au putut crește animale sterile *(germ-free)*, mai ales pui de găină, șoareci, șobolani etc. care trăiesc normal. În natură există în mod normal astfel de animale în regiunea polară; acolo dezvoltarea germenilor pe produsele alimentare externe este împiedicată de frig. Dar și în regiunile ecuatoriale s-au găsit papagali tineri care nu aveau decît cîteva zeci de germeni la 1 g fecale, iar la un liliac erbivor tubul digestiv este complet steril. La om nu s-au crescut încă sugari sterili. Probabil aici există condiții de imposibilitate de sterilitate și în consecință s-a creat un echilibru între om și bacterii, cu care putem trăi. Unii din acești germeni pot face sinteză de vitamina B_{12}, așa că ei sînt utili. Ceea ce știm sigur e că trebuie să îndreptăm această floră spre germeni aerobiotici, ai căror produși de atac nu sînt substanțe toxice.

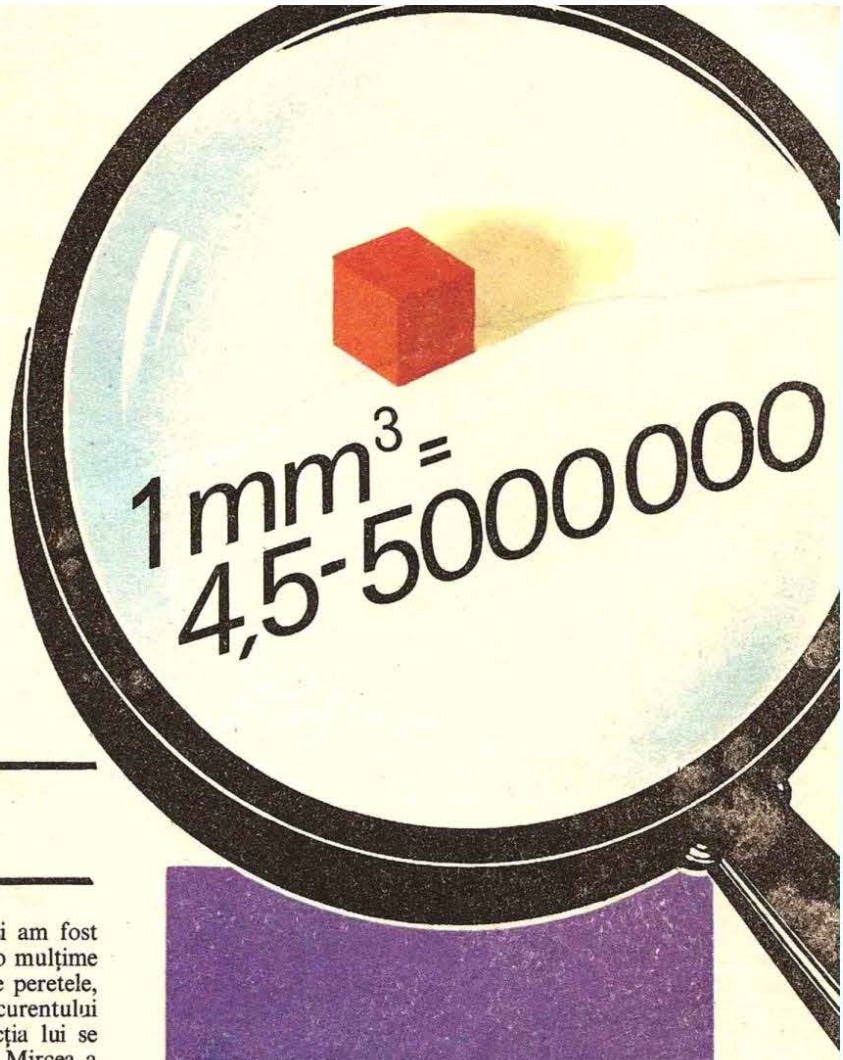
— Și acum încotro o pornim? întreabă Mircea.

— Te rog să dai drumul motoarelor și să încerci să te apropii de epiteliul colonului și unde îți voi indica să treci printre două celule sau printr-un loc în care acestea s-au descuamat și să intri într-un capilar de sînge. Dar să fim atenți, căci sub mucoasa epitelială există o foarte abundentă rețea de capilare, care se desprind de pe o arteriolă și care se adună înspre o venulă. Să le luminăm puternic și să intrăm în unul de tip venos, ca să ajungem în torentul circulator ce adună sîngele din aceste regiuni și îl duce spre ficat.


CANTITATEA DE LICHID ABSORBITĂ ÎN COLON
Băut
2000
Salivă
800
Suc gastric
1500
Bilă
1000
Suc pancreatic
1000
Suc intestinal
3200
TOTAL INTRARE 9500
ELIMINARE - 150
ABSORBȚIE ÎN COLON
9350 ml
Eliminare
150



HEMATII



6

PRINŞI ÎN CURENTUL SÎNGELUI

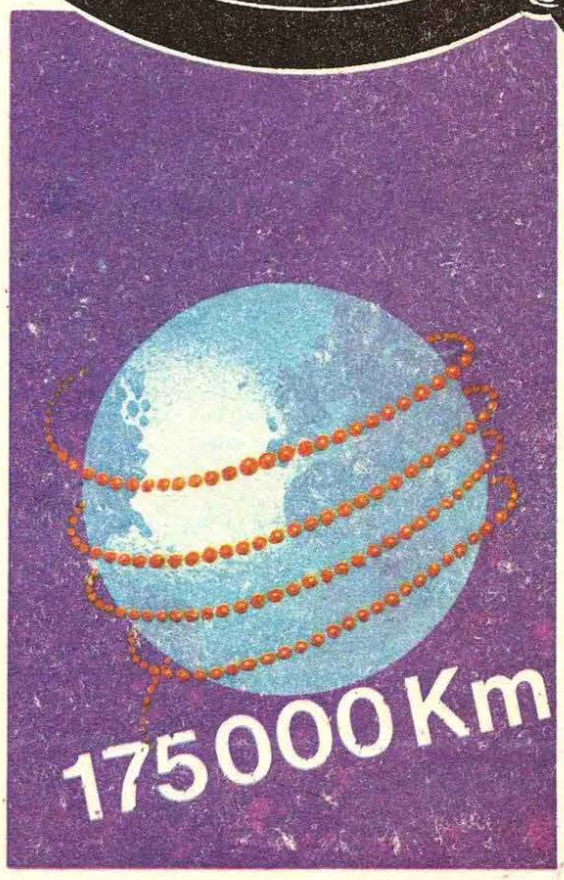
Am pătruns astfel într-un vas strîmt şi am fost antrenaţi de curentul sîngelui, alăturea de o mulţime de globule roşii. Mircea a ancorat nava de peretele, probabil, al unui capilar venos. Viteza curentului sanguin nu era uniformă, iar uneori direcţia lui se schimba pentru un interval de timp scurt. Mircea a măsurat această viteză şi a găsit-o de maximum 4 mm pe secundă.

În jurul nostru «bolovanii», cum le zicea Mircea, treceau mereu şi ne loveau cu destulă forţă. Noroc că nava este solidă şi dacă e fixată nu simţim loviturile.

— Acestea în majoritatea lor sînt hematii, celule anucleate, purtătoare de hemoglobină şi, cu ea, de oxigen. Vedeţi că au o formă de disc biconcav, care provine din cele două părţi opuse ale unei sfere ce s-au apăsat spre interior. Prin aceasta suprafaţa de contact a globulei cu exteriorul nu s-a micşorat, în schimb volumul a scăzut simţitor. Ori, în funcţiunea globulelor roşii ceea ce contează este suprafaţa lor de contact, fie cu oxigenul în plămîni, fie la nivelul ţesuturilor. Datorită turtirii lor discoidale, ele pot forma şiraguri lungi, ceea ce nu s-ar putea întîmpla dacă ar fi sferice. Diametrul lor este în medie de 7,7 microni; numărul lor pe mm^3 este de 5 milioane la bărbat şi de $4^1/_2$ milioane la femeie.

— Asta înseamnă că în cei circa 5 litri de sînge cît avem noi fiecare se găsesc peste 25 de trilioane de hematii, spuse Mircea.

— Repede ai făcut calculul! Cred că nu te înşeli. Dar ca să ne dăm seama cît de multe sînt amintesc



că dacă am putea să le punem una lîngă alta, acest număr enorm, am obține un șirag lung de peste 175 000 km, suficient ca să înconjurăm ecuatorul (40 075,7 km) de peste 4 ori.

— Grozav de plastică este această imagine, exclamă Vișan de afară.

— Dar nu am terminat. Se evaluează că suprafața unei hematii este de 0,000128 mm^2, astfel că suprafața tuturor celor 25 de trilioane de hematii este de 3 840 m^2.

— La ce este necesară o astfel de suprafață?

— La schimburile gazoase, care se fac în virtutea legilor fizice a diferențelor de presiune a oxigenului. Cu cît suprafața e mai mare cu atît și schimbul gazelor se face mai ușor și mai repede.

— Și cine fixează gazele pe aceste hematii?

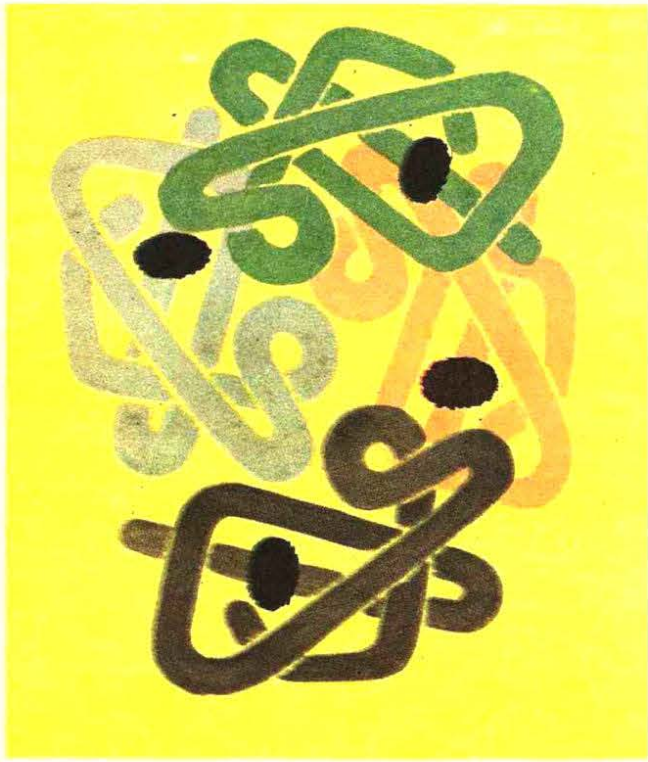
— După cum știți oxigenul este foarte puțin solubil în apă. Dintr-o incintă cu oxigen care vine în contact cu o suprafață liniștită de apă, se solvă gazul așa de încet încît în 24 de ore el nu ajunge decît la 0,3 cm în grosimea apei. Iată de ce organismele nu se pot servi numai de cantitatea de oxigen care s-ar solva în plasmă. Ele și-au creat pigmenți respiratori, adică niște substanțe care au capacitatea de a fixa în mod instabil o mare cantitate de oxigen. La om pigmentul se numește hemoglobină. Este alcătuită din 4 molecule simple de proteine conținînd fiecare un *hem*, adică un nucleu organic cu fier, care poate lega doi atomi de oxigen la o presiune mai ridicată a gazului sau îi poate elibera la o presiune mai scăzută. Astfel o moleculă de hemoglobină fixează de 4×2 atomi de oxigen. Hemoglobina se încarcă cu oxigen la nivelul pulmonului, unde presiunea gazului este mare și îl pierde la nivelul țesuturilor unde presiunea gazului este scăzută.

— Și cîtă hemoglobină se găsește pe o hematie? De cantitatea acesteia depinde, nu-i așa, și cantitatea de oxigen transportat de sînge? întrebă Mircea.

— Măsurătorile de laborator arată că o sută de cm^3 de sînge conține 16 g de hemoglobină (55% globule +45% plasmă), adică de hematie ar veni circa 30 gamma hemoglobină, 1 g hemoglobină fixează 1,34 cm^3 oxigen, astfel că în 100 cm^3 sînge se transportă peste 21 cm^3 de oxigen pur, iar în sîngele nostru se găsesc aproape 6 litri (=6 000 ml) de oxigen pur. Dacă nu am fi avut pigmentul hemoglobinic, în plasmă ar fi putut să existe solvat maximum 180 ml de oxigen.

— Este o performanță strașnică ceea ce au realizat organismele cu pigmenții respiratori! exclamă Mircea. Dar dacă e așa, de ce se vorbește de oameni anemici și în ce constă anemia lor?

— Anemia se caracterizează în fond printr-o insuficientă aprovizionare a țesuturilor cu oxigen fie din cauză că nu sînt hematii suficiente (s-au pierdut în urma unei hemoragii), fie din cauză că hematia nu are suficientă hemoglobină pe ea (în urma unui aport insuficient de fier), fie că hemoglobina este alterată și nu are fierul disponibil (ca în intoxicațiile cu oxid de carbon), fie că însești țesuturile nu pot fixa oxigenul (fiind intoxicate, de exemplu cu cianură). Iată deci că termenul de anemie (ca și cele,



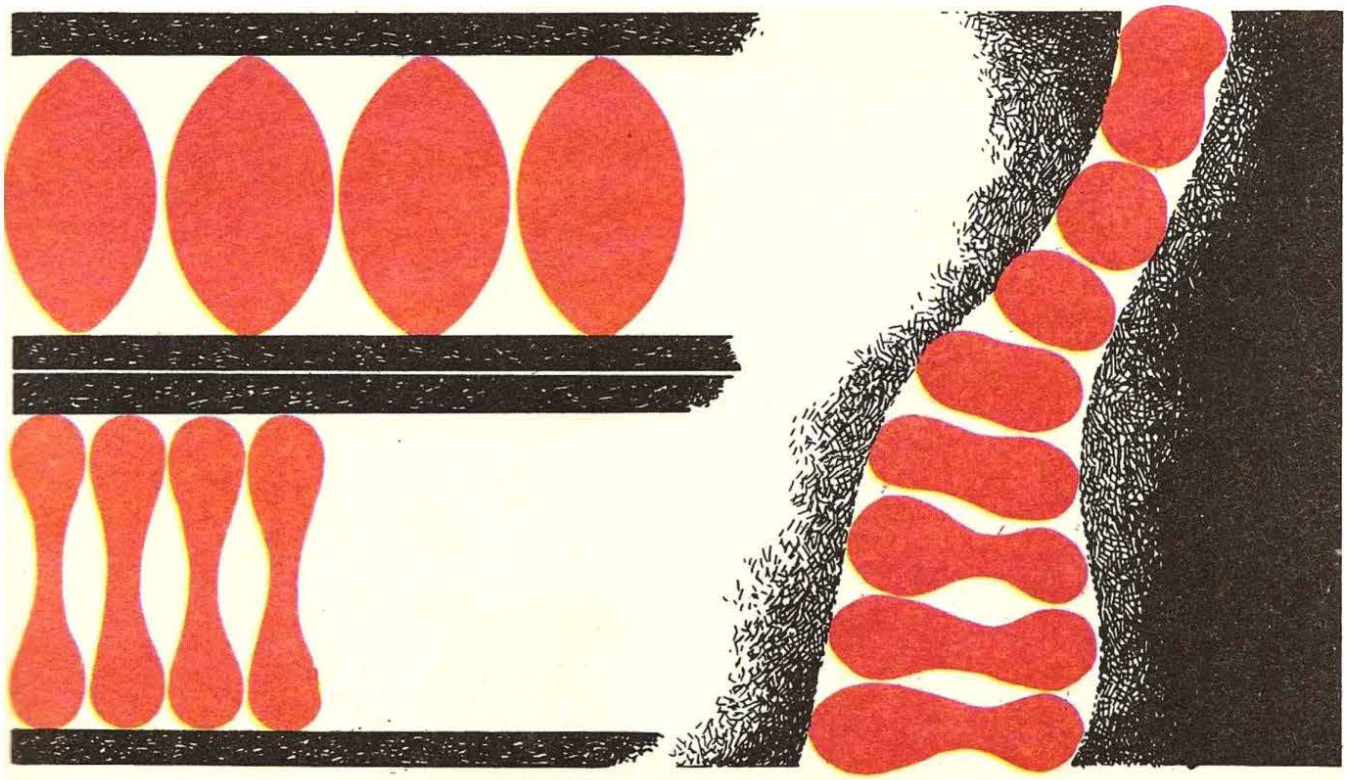
MOLECULE SIMPLE DE PROTEINE CONȚINÎND FIECARE CÎTE UN HEM

înrudite, de anoxemie și asfixie) are un conținut larg și caracterizează slaba aprovizionare a țesuturilor cu oxigen.

— Și cum se tratează cazurile de anemie?

— În primul rînd trebuie stabilită cauza care face ca la țesuturi să nu ajungă oxigenul. În unele cazuri lipsește fierul din alimente și organismul nu își poate reface hemoglobina, care se uzează și se pierde. Așa e cazul oamenilor din regiunile în care fierul lipsește din sol, deci din vegetație, din carnea erbivorelor și nu ajunge nici la om. Aceasta este o situație simplă și se remediază prin administrarea de săruri organice cu fier. În alte cazuri, destul de frecvente în regiunile industriale, hemoglobina utilă este puțină, din cauză că în aer se găsește oxid de carbon, care formează cu hemoglobina un compus stabil (carbohemoglobina) și fierul nu mai poate fixa oxigen în cantitate suficientă. Astfel se produce o paliditate din ce în ce mai accentuată și o asfixie progresivă, care se manifestă prin simptome de anemie gravă. Singura soluție este schimbarea locului și a aerului încărcat cu oxid de carbon. În cîteva săptămîni hemoglobina fixată este distrusă și cu hemul eliberat se formează hemoglobină nouă și activă.

Dar și hemoragiile repetate, mai ales cele gastrice, cu eliminare intestinală (melenă) pot duce cu vremea la anemie, căci și în acest caz se pierde mai multă hemoglobină decît se poate forma în același timp. În urma mușcăturilor unor șerpi (viperă, de exemplu) se produce în organism hemoliză, adică hemoglobina



CAPACITATEA HEMATIILOR DE A-ŞI MODIFICA FORMA ÎN RAPORT CU DIAMETRUL VASELOR

de pe hematii se eliberează în plasmă şi astfel nu mai este capabilă să fixeze oxigenul. În acest caz numai transfuziile pot ajuta. Dar mai este posibil ca sistemul de producere a globulelor roşii *(eritropoietic)*, care se găseşte în măduva roşie a oaselor, să nu funcţioneze şi să nu poată forma noi hematii. Aşa e cazul în urma unor iradieri puternice cu raze X sau gamma. În acest caz se încearcă cu succes grefă de măduvă roşie osoasă de la oameni sănătoşi (donatori benevoli sau accidentaţi).

— Dar mi se pare că numărul hematiilor variază cu înălţimea reliefului, spuse Vişan. Cel puţin în tinereţe m-au tratat de un fel de anemie de care sufeream, trimiţîndu-mă la munte.

— Observaţia este justă, căci cu altitudinea scade tensiunea oxigenului, şi astfel organismul îşi măreşte producţia de hematii şi hemoglobină, care să fixeze o mai mare cantitate de oxigen din cel împuţinat la exterior.

— Tensiunea de oxigen joacă aici un rol de informaţie?

— Da, numai că odată cu altitudinea scade presiunea totală a gazelor din atmosferă, nu şi procentul lor. Cauza este gravitaţia Pămîntului care se micşorează cu cît ne îndepărtăm de centrul acestuia. La nivelul mării presiunea atmosferică este de 760 mm Hg din care 20,9% este dată de oxigen (presiunea parţială a acestuia este de 159 mm Hg). Paralel cu scăderea presiunii barometrice scade şi presiunea parţială a oxigenului (care rămîne mereu 20,9% din cea totală). Sînt oameni care trăiesc la înălţimi mari: în Anzi, de exemplu, există un sat la 5 472 m (presiunea barometrică de 380 mm Hg; presiunea parţială de oxigen este de 80 mm Hg). Ca să poată trăi în astfel de condiţiuni omul are adaptări speciale: 1) numărul hematiilor a crescut la 8 milioane pe mm^3; 2) cantitatea de hemoglobină creşte proporţional; 3) numărul respiraţiilor pe unitatea de timp şi capacităţile respiratorii se măresc; 4) frecvenţa cardiacă creşte şi astfel şi viteza de circulaţie a sîngelui etc. La baza acestor mecanisme adaptative stă un mecanism nervos şi humoral: intervine secreţia unui hormon, eritropoetină, care acţionînd asupra măduvei osoase, determină creşterea numărului de hematii şi hemoglobină.

Iată ce se produce atunci cînd anemicii sînt duşi la munte. Oamenii care stau peste două săptămîni în staţiunile noastre montane (Păltiniş, Poiana Braşovului etc.) capătă un plus de hematii cu care fac faţă cantităţilor scăzute de oxigen de la înălţimi.

— Vezi Vişan, spuse Mircea, cîte poţi afla sistematic despre organismul nostru dacă încerci să înţelegi relaţiile lui cu mediul?

— Şi încă nu le ştiţi pe toate, le-am răspuns, o să mai vedeţi fenomene curioase legate de hematii şi hemoglobină, atunci cînd vom ajunge în pulmoni! Dar pînă atunci priviţi la şiragul de hematii care înaintează în vase şi mai ales la cele din capilare. Curgerea în şiraguri este o economie de spaţiu, iar în capilare observaţi că hematiile îşi modifică forma pentru a putea să pătrundă prin unele spaţii

foarte înguste. Schimbarea de formă este posibilă din cauză că urzeala *(stroma)* hematiei este elastică, e ca un burete în ochiurile căruia se găsesc adsorbite moleculele de hemoglobină. Atunci cînd hematia pătrunde într-un vas capilar, ea este înconjurată jur-împrejur de pereții acestuia și prin ei tensiunea scăzută de oxigen din țesuturi forțează eliberarea acestui gaz de pe oxihemoglobină; cedîndu-l, devine hemoglobină redusă; ea este antrenată de sînge spre pulmoni ca să se încarce din nou. Oxigenul trece, în virtutea diferențelor de tensiune, prin pereții capilari și ajunge în lichidul intercelular cu care este dus la celule. Aici are loc fenomenul de respirație celulară, pe care o să-l cunoaștem mai bine la mușchi.

— Dar lichidul în care circulă hematiile, ce este în fond?

— Se cheamă *plasma sîngelui* și este o soluție foarte complexă, care ia cam 50% din volumul sîngelui. Îl putem vedea atunci cînd lăsăm sîngele să se depoziteze într-un vas pe care îl legăm sau atunci cînd el coagulează. La exteriorul cheagului se expulzează un lichid, numit ser, care se deosebește de plasmă prin lipsa unei proteine — *fibrinogenul:* din stare solvată în plasmă, acesta s-a transformat în fibre solide; ele alcătuiesc rețeaua ce prinde în ochiurile ei globulele roșii și albe dînd cheagul, adică sîngele coagulat. Procesul de coagulare este unul de apărare contra pierderilor de sînge spre exterior, care se produc fie prin leziuni externe (răni), fie prin altele interne (ulcer, rupturi de vase sanguine). Celulele lezate din locul hemoragiei elimină niște enzime, numite *trombokinaze*, care acționînd asupra protrombinei (precursor!) o transformă în trombină activă; în prezența ionilor de calciu, această enzimă solidifică fibrinogenul solvat în fibrină, iar în ochiurile acesteia se prind, în masă, toate globulele sîngelui, alcătuind cheagul care astupă leziunea.

— Și aici, deci, însăși celula lezată dă semnalul, la care apoi se declanșează întreg actul coagulării. Este ca în mașinile de calcul. Dar în ce măsură este feed-back?

— Trombokinazele se eliberează pînă la astuparea rupturii vasului, așa că durata procesului este cu atît mai lungă cu cît și hemoragia este mai mare. Deci un fenomen clasic de informație reciprocă!

— Și în restul componenței plasmei ce se mai găsește? întrebă Vișan.

Mircea în acest timp a pus autoanalizoarele în funcțiune și răspunde:

— 90% este apă, 8% proteine, din care 5% albumine și 3% globuline, 0,1% glucoză, apoi mici cantități de creatinină, uree, acid uric, dar multe săruri minerale disociate, cum sînt clorurile, sulfații, fosfații, bicarbonații de sodiu, potasiu, calciu, magneziu. În condiții fiziologice normale serumalbuminele determină, în proporție de 80%, presiunea coloidosmotică sau oncotică a plasmei, care este de 20—30 mm Hg.

— Este exact și aș vrea să vă atrag atenția asupra acestei presiuni zise osmotice. De fapt este o *aspirație* a apei spre compartimentele cu concentrații mai mari. Ea este un factor fizic de valoarea căruia depind schimburile prin membrane, adică din sînge în țesuturi. Iar presiunea dată de proteinele coloidale ale plasmei, numită presiune coloidosmotică, este un factor care reține în plasmă o cantitate de apă destul de însemnată. Dacă nu ar fi această reținere coloidosmotică, noi am pierde zilnic peste 5 litri de apă prin urină și activitatea rinichiului, cît și a aparatului digestiv, ar fi cu mult mai mare. Despre aceasta ne vom da seama atunci cînd o să ajungem la rinichi.

— Ce ar fi să tragem acum la mal? întrebă Mircea.

— Bună idee!

Străbătînd printre multe globule de sînge am ajuns la peretele vasului nostru, care era o venă. Mircea a fixat nava. Lipite de perete erau niște globule albe, leucocite, din care unele încercau să înghită niște mici sferule gălbui.

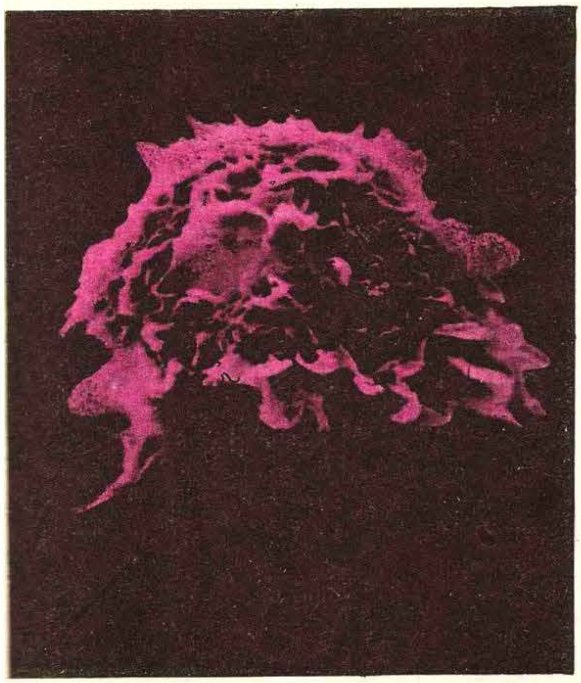
— Priviți aici în plină desfășurare procesul de fagocitoză, le-am spus eu prietenilor. Vedeți leucocitul cum își întinde pseudopodele radiare și prinde cu acestea cîteva din sferulele gălbui. Acestea sînt microbi — stafilococi pătrunși aici cine știe cum, probabil migrați printre celulele colonului, unde sînt în abundență, așa cam cum am văzut și noi. Stafilococii avînd un înveliș mucos, aderă mai ales de pereții vaselor și prin produșii lor de catabolism, care sînt toxici în cantitate mare, atrag leucocitele care înglobează bacteria. Dar uitați-vă în acest loc! Vedeți că unele leucocite pătrund prin peretele căptușelii celulare a venei endoteliului venos, subțiindu-se și trecînd dincolo. Acesta este un fenomen caracteristic al leucocitelor și se numește *diapedeză*. El se datorește existenței în acest loc, în țesut, a unor toxine de stafilococi; microbii au ajuns acolo pătrunzînd printre celulele endoteliale și s-au înmulțit, formînd un centru mic de infecție. Astfel de cazuri sînt destul de frecvente în vasele sistemului portal. Dar invazia leucocitelor este așa de rapidă încît în cîteva minute focarul este fagocitat și făcut să dispară. Se întîmplă, mai ales în infecțiile de sub piele, ca înmulțirea stafilococilor să fie mai rapidă decît posibilitatea de fagocitoză a leucocitelor. În acest caz leucocitele se încarcă cu așa de mulți stafilococi încît pînă la urmă mor și rămîn pe loc ca niște saci plini cu bacterii. Totalitatea lor alcătuiesc ceea ce numim puroiul.

— Mircea, te rog să mai mergi puțin în lungul peretelui venos!

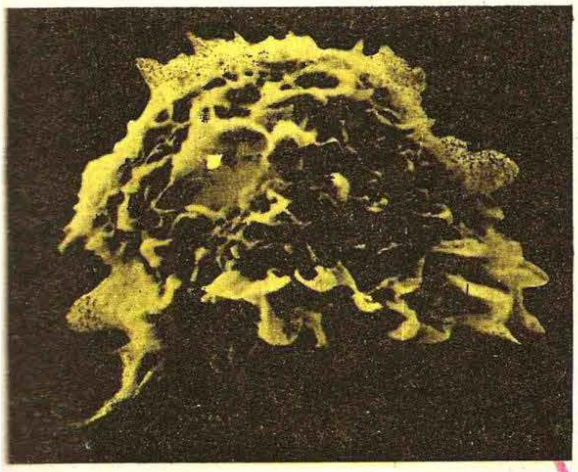
Nu peste mult am întîlnit o aglomerare mai masivă de leucocite, care erau atrase de un fel de firidă (invaginație) a peretelui venos, în care se cuibăriseră niște bacterii în formă de bastonașe. Lupta era în toi și era aproape sigur că învingătoarele vor fi leucocitele.

— Ce sînt firele acestea subțiri care se leagă de pereții vaselor și prind în ochiurile lor globule de sînge? întreabă Mircea arătînd ceva ca o pînză de păianjen peste care am dat în drumul nostru.

— Cred că este un proces de coagulare. Fibrele sînt de fibrină și s-au produs aici în urma unei mici leziuni a venei, probabil în urma unei îndoituri mai puternice a endoteliului. Vedeți pe loc deci cum se face astuparea unei leziuni, care e sub acest păien-



CELULE MACROFAGE



FIRE DE FIBRINĂ, REZULTATE DIN PROCESUL DE COAGULARE

jeniș de fibre, de către cheagul sanguin.

— Dar acele globule stelate ce sînt oare?

— Acestea sînt hematii, care se zbîrcesc de îndată ce în mediul lor se schimbă ceva. În urma rupturii au venit lichide din spațiile intracelulare care fiind poate mai diluate au provocat reacția de formă a hematiilor. Astfel de hematii stelate sau zbîrcite probabil că vom mai întîlni în drumul nostru. Ele indică întotdeauna o modificare a mediului lichid în care trăiesc. Dar fiindcă sîntem încă la acest proces de coagulare, aș vrea să vă mai spun cîte ceva despre el.

Ne-am ancorat din nou și priveam cu toții cîmpul iluminat al peretelui venos pe care se producea procesul de coagulare.

— Azi se știe că în prezența unor substanțe, protrombina se transformă în trombină și determină o coagulare de contact, chiar în interiorul corpului. O astfel de substanță este clorura de polivinil, cu care s-a încercat să se facă vase artificiale de tip venos, ca să înlocuiască unele din venele alterate (în varice, în operații etc.). S-a constatat că sîngele coagulează în acestea. Din acest motiv a trebuit să se caute alt material.

— Și care este mecanismul acestui fel de coagulare? întrebă Vișan.

— Nu se știe încă exact. Probabil însă că materialul plastic conține unele substanțe impurificatoare, care declanșează eliberarea trombokinazelor din trombocitele sanguine (vezi la sînge). Despre acestea vom vorbi mai tîrziu. Dovadă că este cam așa e și faptul că multe persoane nu pot purta îmbrăcăminte din material plastic, care le produce niște erupții cutanate neplăcute, ce se pot infecta. Și în acest caz probabil materialele chimice incluse în plastic sînt cele responsabile de această sensibilitate. Dar hai mai departe!

Am mai înaintat puțin și am dat de cîteva celule uriașe, care aveau spre exterior ca niște membrane ondulante ce se mișcau continuu.

— Iată aici o celulă macrofagă, o leucocită specială, al cărei rol, pe lîngă acela de a îngloba bacterii, mai este și de a interveni în elaborarea anticorpilor, adică substanțe care să contribuie și astfel să neutralizeze microbi, precum și alte particule materiale. Corpul străin este înglobat într-un înveliș și astfel este neutralizat. Cam așa era mascată și acțiunea tripsinei în tripsinogen, sau a pepsinei în pepsinogen, dar în sens invers. Aceste substanțe de înveliș le numim curent anticorpi, iar formațiunea învelită antigen. În raporturile dintre antigen și anticorp există o mulțime de fenomene despre care nu vom vorbi acum. Totuși trebuie să vă spun că cel mai însemnat dintre ele este specificitatea, adică pentru fiecare antigen organismul formează un anticorp specific, care neutralizează numai antigenul care l-a determinat. Așa se întîmplă și cu antigenii bacterieni, față de care se elaborează anticorpi specifici pentru fiecare bacterie. Se întîmplă uneori ca antigenul să fie repede anihilat de anticorpi și din aceștia să rămînă un exces în sînge. Ei dau acum o putere de imunitate organismului față de un eventual nou atac al acelor bacterii. Cunoscînd toate aceste procese omul a ajuns să folosească uneori bacterii omorîte (care și-au păstrat încă structura lor spațială) și prin introducerea lor în organism (vaccin) să determine producția de anticorpi și să producem imunizarea organismului.

— Adică imunizarea este o operă a acestor celule? se miră Mircea.

— În mare, așa este, dar macrofagele sînt de diferite tipuri, forme și mărimi. Unele se găsesc în splină, altele în ganglionii limfatici, adică în organele ce alcătuiesc așa-numitul *sistem reticulo-endotelial* (R-E), format din celule conjunctive cu prelungiri și multe ochiuri, în care se găsesc fixate celule numite *plasmocite* (provin din limfocite) care secretă anticorpii, substanță fundamentală și fibre conjunctive. Țesutul R-E este deci difuz în tot organismul, dar are o importanță de prim ordin în apărarea acestuia. Celulele specializate în secreția de anticorpi, *plasmocitele*, se găsesc mai ales în organele limfoide și aderă de pereții vaselor acestora. Ele secretă mai ales gammaglobuline ; acestea sînt proteinele utilizate pentru formarea învelișurilor neutralizatoare a antigenilor.

Epiteliul venei în care ne găsim este alcătuit din celule plate, al căror nucleu ridică protoplasma și microbi rari apar pe suprafața celulei ca niște cili rari și neregulat distribuiți. Cam acesta este învelișul intern al întregului sistem circulator.

Desprindem nava din ancorare și ne lăsăm tîrîți de curentul venos al sîngelui. Vasul nostru se mărește mereu în diametru. De o parte și alta se deschid sute de vase mai mici, prin care vine mereu sînge de la diferitele segmente ale tubului digestiv. Dar trebuie să fac o schemă pe tablă pentru a înțelege mai bine aportul sîngelui de la toate organele tubului digestiv și a formării venei porte, cel mai larg vas al corpului, care duce tot acest sînge la ficat.

— Remarcați că acest sînge în care ne aflăm și noi, provine de la rețelele capilare ale stomacului, pancreasului, splinei, intestinului subțire, intestinului gros, el este deci un sînge venos, care a trecut deja printr-un prim sistem de capilare în care și-a pierdut o bună parte din gazele pe care arterele gastrice, pancreatice, splenice, intestinale le aduceau din aortă.

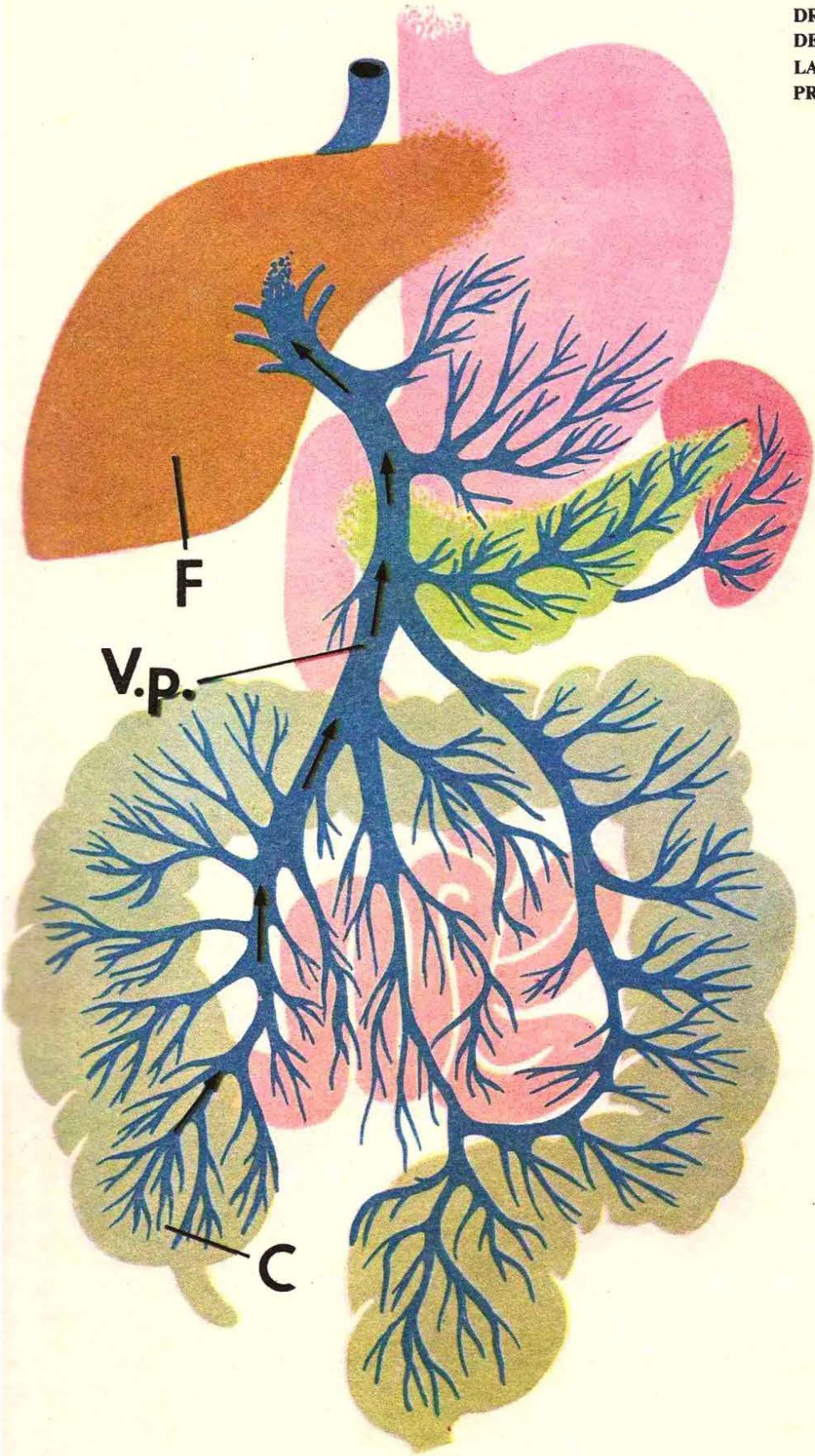
Mircea confirmă prin analize că la exterior se mai găsește numai o cantitate de oxigen corespunzătoare la 40 mm Hg presiune și o cantitate de CO_2 corespunzătoare unei presiuni de 46 mm Hg.

— Aceste valori corespund concentrației gazelor din sîngele venos ce merge în partea dreaptă a inimii.

Sistemul circulator al ficatului este un sistem *port-*, adică sîngele provine dintr-o rețea de capilare și în organul în care intră (printr-o „poartă") formează o nouă rețea de capilare. Astfel de sisteme mai întîlnim la rinichi (sistem port-renal), în hipofiză (sistem port-hipofizar) etc. Ele au o deosebită însemnătate în funcționarea organului secundar pe care îl irigă.

Desprinzînd nava noastră de pereții venoși, Mircea ne-a lăsat să fim antrenați prin vene tot mai largi, pînă am ajuns în vena portă.

DRUMUL PARCURS
DE NAVA HARVEY DIN CEC *(C)*
LA FICAT *(F)*
PRIN VENA PORTĂ *(V.p.)*



7

ÎN CEL MAI MARE LABORATOR AL CORPULUI

Mircea era atent la drum şi la echilibrul navei. Cînd presiunea a ajuns la 15 mm Hg mi-a comunicat neliniştea sa.

— Nu trebuie să te frămînţi. Este presiunea sîngelui care a trecut deja printr-o reţea de capilare, în care frecarea lui de pereţii vaselor a consumat o parte din energia de împingere a inimii şi presiunea scade proporţional cu această frecare. Uneori valoarea presiunii ajunge la zero. Aici este de 15 mm Hg pentru că sîngele este situat în cavitatea abdominală. Din cauza musculaturii pereţilor şi a presiunii pe care o exercită diafragmul asupra masei intestinale (din care iau naştere ramificaţiile vasculare care formează vena portă) rezultă valorile măsurate de tine. Ia să vezi! Vişan, te rog să îţi opreşti puţin respiraţia! Mircea, tu măsoară valoarea presiunii sîngelui în care ne aflăm.

Rezultatul a fost că valoarea presiunii scădea la 5 mm Hg în timpul opririi respiraţiei.

— Acum revin la presiunea sîngelui. Uneori la ieşirea din capilare, aceasta mai are o anumită valoare: cînd sîngele iese din capilarele *glomerulului Malpighi* din rinichi are o presiune de 45 mm Hg, dar cînd musteşte din capilarele ce înconjoară tuburile *conturnate*, presiunea lui este chiar sub zero. (Iertaţi-mă că am folosit nişte termeni cu care nu ne vom familiariza decît mîine). Cam aşa se întîmplă în toatele sistemele port. Sîngele fără presiune de la capătul venos al capilarelor se adună în venule şi apoi vene, în care înaintează în virtutea unei forţe de împingere de către sîngele dinapoi care musteşte mereu la capătul venos al capilarelor (forţă numită *vis-a-tergo*).

— Însemnează că ficatul primeşte sînge neoxigenat, aşa cum este cel în care ne găsim noi acum, spuse Mircea. Cum poate trăi fără oxigen acest organ?

— Ficatul, pe lîngă sîngele venei porte, care este venos şi neoxigenat, mai primeşte sînge arterial prin artera hepatică ce se desprinde direct de la începutul aortei descendente. Acest sînge oxigenat aduce oxigenul necesar funcţionării glandei. Este adevărat că acest sînge se amestecă cu cel al venei porte, după cum vom vedea.

— Îmi aduc aminte de la digestie că în sîngele intestinului se absorb nutrienţii care apar în urma procesului de digestie: glucoza, aminoacizi, săruri minerale... În sîngele acesta există deci toţi aceşti nutrienţi?

— Sigur că da, dar în plus mai pot exista toxine bacteriene ce provin mai ales din colon şi chiar bacterii, aşa cum de altfel am şi întîlnit, care pătrund printre celulele endoteliului din colon. Şi reţineţi că toate aceste substanţe atît de diverse ajung la ficat, glanda cea mai mare a corpului, care la om poate ajunge la peste $1^1/_2$ kg greutate şi care se consideră laboratorul chimic cel mai important al organismului. Să ancorăm şi să căutăm să înţelegem mai întîi structura internă a ficatului.

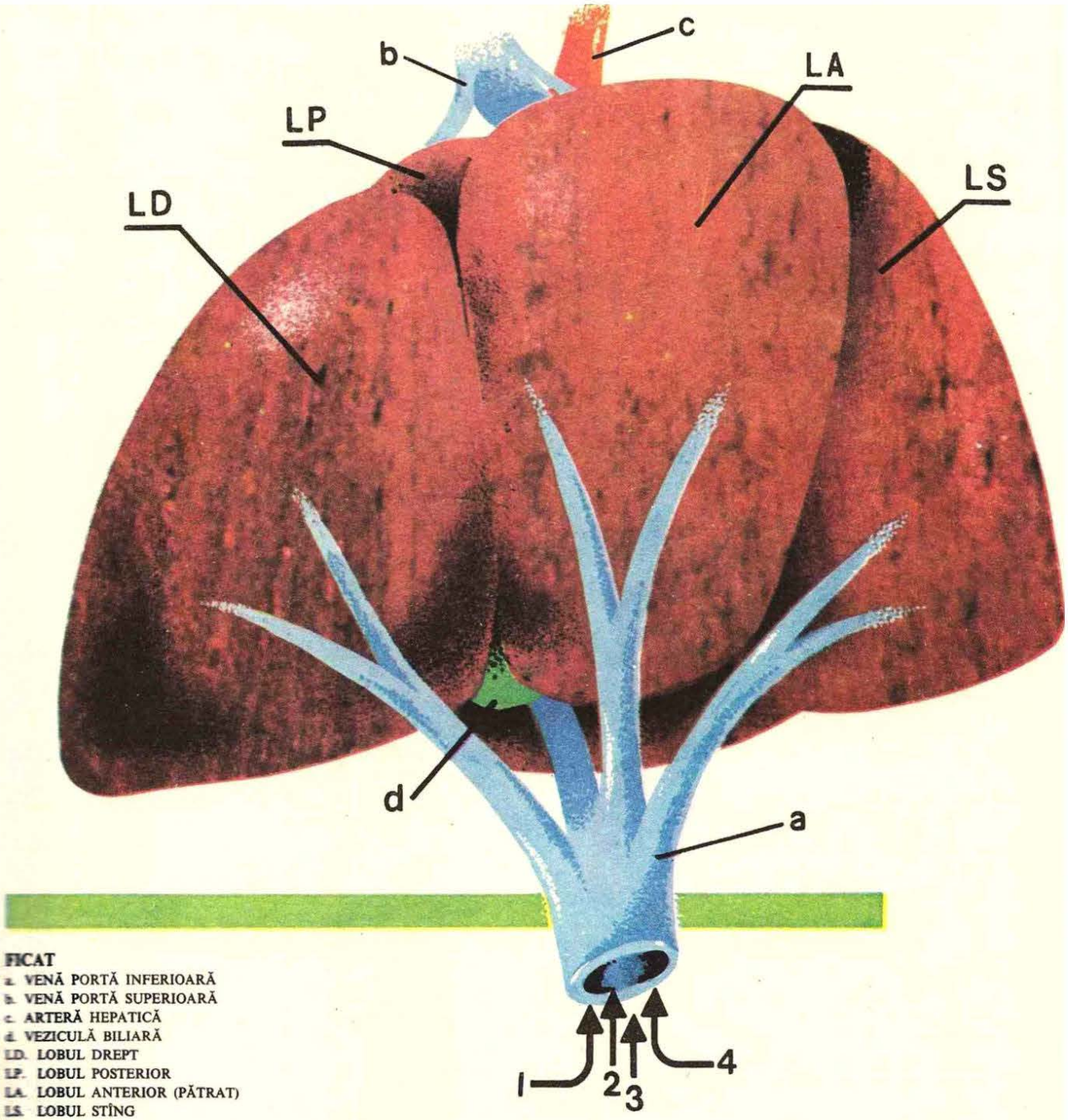
Mircea a oprit nava. M-am dus la tablă şi am încercat să le arăt cîteva lucruri de primă importanţă.

— Mai întîi ficatul este alcătuit din 4 lobi şi fiecare din aceştia primeşte sînge de la o anumită parte a tubului digestiv, după felul cum acesta intră în vena portă. Astfel lobul drept primeşte sînge mai ales de la colon, lobul stîng mai ales de la stomac şi splină, lobul anterior şi posterior mai ales de la intestinul subţire. În al doilea rînd lobii ficatului sînt alcătuiţi din lobuli mărunţi, care stau alături unii de alţii şi din cauza presiunii lor reciproce au forma hexagonală (din aceleaşi motive ca şi fagurii de miere). În al treilea rînd nu tot ficatul funcţionează în permanenţă. Există în fiecare lob lobuli de rezervă, care intră în funcţie numai atunci cînd solicitarea organismului este foarte mare. Acest principiu de „rezerve" este general în organism. Îl aplică splina, rinichiul, glandele endocrine, creierul. Şi acum să luăm drumul spre un lobul hepatic, care este unitatea funcţională a ficatului.

Mircea a pornit, intrînd pe prima ramificaţie spre dreapta (lobul stîng) şi deodată am avut alăturea de vasul nostru un altul pe care îl identificam numai după bătăile regulate cu care ne lovea şi pe noi.

— Da, e bine, sîntem pe o venă ce duce spre periferia unui lobul hepatic şi alăturea de noi este o ramificaţie a arterei hepatice ce duce tot spre lobul hepatic. Avem deci în faţă exact ceea ce ne trebuie pentru a înţelege structura fină a ficatului. Insist puţin asupra înţelegerii structurii şi funcţiunii ficatului din cauză că este organul cu cea mai mare importanţă în metabolismul corpului şi deci în sănătatea omului.

Iată, avem în faţă cîţiva lobuli. Să ne oprim şi să-mi permiteţi să-i reprezint printr-o schemă. Pentru a vedea cum sînt alcătuiţi voi face secţiunea lor. La exterior este un înveliş prin care intră vasele de sînge, cele ce provin din ramificaţiile venei porte şi cele care provin din ramificaţiile arterei hepatice. Vasele de sînge se distribuie printre nişte cordoane de celule hepatice care au la interiorul lor un canal în care se adună bila pe care o secretă *hepatocitele*, adică celulele hepatice. Curentul sanguin circulă de la exteriorul lobului spre interior, prin capilare sinusoidale care se adună final în vena centrolobulară; din unirea acestor vene se formează vena suprahepatică. Bila circulă dinspre capetele centrale ale cordoanelor hepatice înspre periferia lobului, canaliculele biliare adunîndu-se final în canalele



FICAT

a. VENĂ PORTĂ INFERIOARĂ
b. VENĂ PORTĂ SUPERIOARĂ
c. ARTERĂ HEPATICĂ
d. VEZICULĂ BILIARĂ
LD. LOBUL DREPT
LP. LOBUL POSTERIOR
LA. LOBUL ANTERIOR (PĂTRAT)
LS. LOBUL STÎNG

Sîngele intră în vena portă de la:

1. COLON
2. ILEON
3. DUODEN, JEJUN
4. STOMAC, SPLINĂ

hepatice, care aduc bilă spre vezica biliară și spre canalul coledoc.

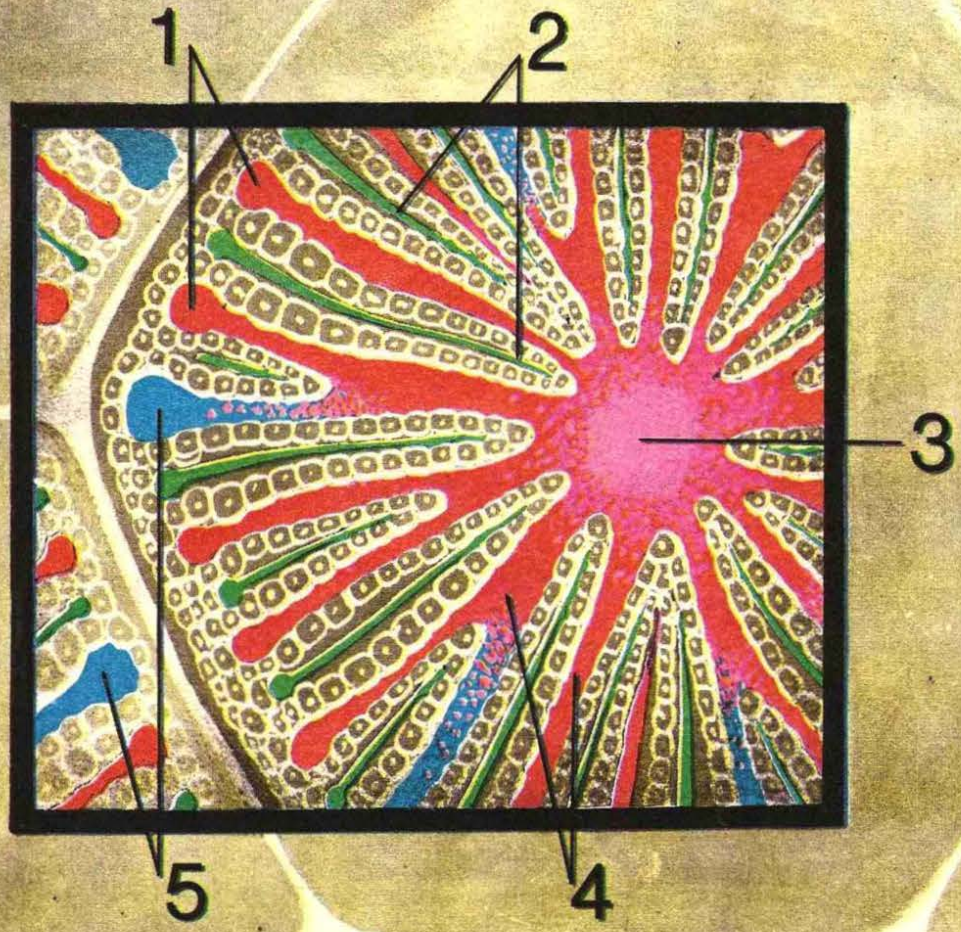
— Deci celulele hepatice care alcătuiesc cordoanele hepatice primesc un amestec de sînge portal și arterial la exteriorul lor, iar de cealaltă parte a lor, înspre lumenul cordonului hepatic este canaliculul biliar.

— Da, așa este. Sîngele și bila circulă în sensuri opuse în lobulii hepatici, ca și în tot ficatul de altfel! Sîngele străbate ficatul de jos în sus, bila curge din ficat în jos. Elementul funcțional de cea mai mare importanță este, precum vă dați seama, celula hepatică a cordoanelor biliare, *hepatocitul*, cum se numește în mod curent. Grație complexității acestuia ficatul îndeplinește mai multe funcțiuni.

Astfel, el *reglează glicemia*. Ficatul reține din sîngele venei portă toate zaharurile și le transformă în glicogen, pe care îl depozitează în celulele sale;

STRUCTURA LOBULUI HEPATIC

1. RAMIFICAȚII ALE ARTEREI HEPATICE
2. CANALICULE BILIARE
3. VENA CENTROLOBULARĂ
4. CAPILARE SINUSOIDALE
5. RAMIFICAȚII ALE VENEI PORTE



în unele cazuri ficatul poate avea 10% glicogen. De aceea, ficatul, de animal, fiert, fript sau prăjit, este dulce. Dar atunci cînd în sînge cantitatea de glucoză scade sub 1 g la litru (din cauza utilizării ei de către țesuturi), glicogenul este hidrolizat și vărsat în sînge ca glucoză. Reglarea glicemiei este unul din procesele cele mai autoreglate, în mecanismele căreia rolul principal este acela al sistemului nervos din hipotalamus, care este înștiințat prin nervi senzitivi fie de scăderea, fie de creșterea glicemiei. Din acest centru se comandă direct sau prin intermediul unor hormoni, restabilirea glicemiei la normal.

După un masiv consum de dulciuri un exces de glucoză ajunge în sînge ; ea excită receptorii nervoși vasculari care duc influxul nervos la hipotalamus, de unde se comandă hipofizei o vărsare de hormon tireotrop (TSH) care, prin secreția de tiroxină mărește consumul de glucoză de către toate țesuturile; în același timp se eliberează insulina pancreatică, care favorizează transformarea glucozei în glicogen și depunerea acestuia în ficat.

În foame sau după un mare consum de glucoză, în urma unui travaliu intens, se produce o scădere a glucozei din sînge, care de asemenea este recepționată de receptorii vasculari care înștiințează hipotalamusul. De aici se trimite un influx nervos prin nervii simpatici la suprarenală care eliberează adrenalina, dar în același timp se comandă secreția și eliberarea de hormon corticotrop (ACTH), care mărește secreția de hormoni corticosuprarenali. Adrenalina ajungînd la ficat pe cale sanguină determină transformarea glicogenului în glucoză, iar hormonii corticosuprarenali susțin acțiunea adrenalinei. În ambele cazuri fenomenele duc la normalizarea glicemiei.

— Niciodată nu mi-aș fi închipuit că lucrurile sînt atît de complicate, spuse Mircea. Aici intervine o serie întreagă de mecanisme de autoreglaj și de feed-back. Este clar că organismul a cunoscut fenomenul de autoreglaj înaintea noastră, a inginerilor!

— Mecanismul de feed-back (aferentație inversă) a fost descris printre primii, în 1920, de un fiziolog sovietic (Anohin), care studia inervația creierului de pisică. Aplicarea lui în tehnică s-a făcut cîțiva ani mai tîrziu.

— Astfel că noi oamenii avem ce învăța de la animale!

— De ce te miră acest lucru? Animalele trăiesc de sute de milioane de ani în contact cu factorii de mediu. În acest timp și-au perfecționat necontenit reacțiile adaptative, pe baza unor informații culese din mediu. Termoreglarea a apărut mai întîi la păsări și mamifere acum aproape 80 milioane de ani, noi o aplicăm în tehnică abia circa de un secol. Radarul este utilizat de lilieci, delfini, foci, balene de zeci de milioane de ani, și chiar — la fluturi nocturni — de sute de milioane de ani. Omul l-a aplicat abia în deceniul al 4-lea al secolului nostru în navigația nocturnă. Vederea cu radiații infraroșii este utilizată de reptile încă din vremuri foarte vechi. Noi o folosim în zborul pe ceață și de noapte abia de două decenii.

— Mi se pare că există o ramură a biologiei care se ocupă cu studiul unor astfel de mecanisme care ar putea servi și în tehnică, spuse Vișan. Se numește bionică, nu?

— Da! termenul de bionică este introdus în 1960 de Steele, pentru a căuta modele tehnice în lumea vie. Numai că pentru a le găsi trebuie să le căutăm la cît mai multe animale (și chiar la plante), nu la cele domestice sau din apropierea omului, care, chiar dacă au avut astfel de mecanisme puse la punct, le-au putut pierde în viața asigurată pe care le-o oferă omul iarna și vara. Sînt multe animale despre care nu știm decît că există ca specie; la acestea mai pot fi multe alte mecanisme puse la punct din care am putea profita. La ochiul cu lumină bacteriană pe care îl au unele animale din adîncurile mărilor, randamentul este de 90% (transformarea glucozei în lumină); hiena și multe alte animale înghit cărnuri alterate fără pericol de infecție; peștii electrici își încarcă și descarcă de sute de ori organul lor cu electricitate, cum nici o pilă tehnică nu o poate face.

— Eu cred că cercetarea acestor organisme ar oferi științei de azi multe soluții. Cercetarea aceasta face parte din ceea ce se numește cercetare fundamentală. Și eu am găsit posibilitatea de micșorare a obiectelor, ca și imponderabilitatea, fiindcă am urmărit ce se întîmplă în Cosmos, în stelele opace etc. Păcat că legătura dintre cercetarea fundamentală și cea aplicativă nu este destul de bine înțeleasă.

Am intrat în lobulul hepatic și nava s-a oprit pe cordoanele de hepatocite. Mircea m-a întrebat cum funcționează acestea?

— Hepatocitul este o celulă care dispune de întreg echipamentul de organite pe care vi l-am descris la început și de toate enzimele necesare multiplelor procese de aici. Pe lîngă funcțiunea glicogenetică de care am vorbit, ficatul mai îndeplinește peste alte zece funcțiuni importante. Legată de prezența glucozei este funcția antitoxică, prin care leagă substanțe toxice de acizii glicuronici (o formă specială de degradare a glucozei), dînd compuși netoxici. Fără să știm, ficatul ne apără de multe intoxicații care ne-ar putea provoca tulburări grave. În unele cazuri la ficat ajung chiar bacterii patogene, care prin microvilii hepatocitelor sînt înglobați în celulă și prin lisozomi sînt apoi degradate și digerate.

— Dar ce sînt pigmenții biliari? întrebă Vișan.

— Sînt rezultatul unei alte funcții, numită *biligenetică*. Se știe că ficatul, splina și tot țesutul reticuloendotelial au capacitatea de a distruge hematiile îmbătrînite, care au structuri alterate. Viața medie a unei hematii este de 120 zile.

— Dacă îmi aduc bine aminte, spuse Mircea, avem 25 trilioane de hematii. Dacă una trăiește 120 zile însemnează că zilnic se distrug peste 200 miliarde din acestea.

— Mircea dragă, ai o capacitate de calcul care mă copleșește. Știm doar că zilnic se degradează hematii care eliberează 5—6 g hemoglobină și care conțin 20 mg fier. Acesta este dus la măduva roșie a oaselor unde va intra în componența unei noi mole-

cule de hemoglobină. Dar resturile hemoglobinei degradate ajung în sînge, de unde le ia ficatul şi le elimină prin bilă, constituind pigmenţii biliari. Aceştia au culori diferite după gradul lor de oxidare: bili*rubină* (roşie) — bili*verdină* (verde) — bili*cianină* (albastră) etc. Epurarea sîngelui de aceşti pigmenţi constituie funcţia biligenetică, iar reţinerea fierului în celula hepatică pentru a fi dus apoi la ţesuturile hematopoietice constituie *funcţia marţială*[1] a ficatului, descoperită de fiziologul francez Dastre şi de asistentul său, românul Florescu, la sfîrşitul secolului trecut. Prin aceste funcţii ficatul contribuie la împrospătarea continuă a hematiilor şi deci la menţinerea transportării oxigenului din mediu la ţesuturi.

— Deci organele sînt implicate, unele în funcţiile altora, spuse surprins Mircea.

— Cred că nu putem atribui unui organ o funcţie exclusivă. Fiecare din ele contribuie la realizarea în ansamblu a funcţiilor organismului întreg. Dar fiindcă am vorbit de eliminarea hematiilor îmbătrînite şi de pigmenţii biliari, este bine să vă amintesc şi de originea sărurilor biliare, care se elimină tot prin bilă. Dacă pigmenţii biliari sînt numai produşi de excreţie, fără vreun rol deosebit, nu acelaşi lucru se poate spune despre sărurile biliare.

— Şi aceste săruri au un rol determinat?

— Vă amintiţi că la procesele de digestie am vorbit despre scăderea tensiunii superficiale a apei în urma vărsării bilei în intestin. Acest fenomen este dat de sărurile biliare, care prin această proprietate permit acţiunea lipazelor la suprafaţa picăturilor de grăsime şi degradarea lor în acizi graşi şi glicerină.

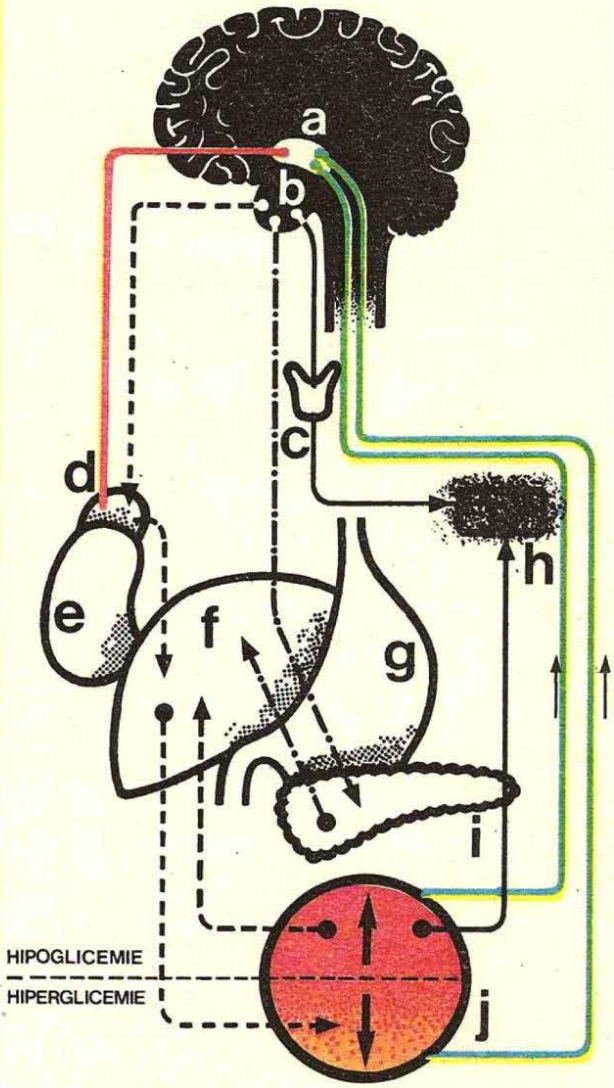
— Spune-ne, ce rol are vezica biliară în funcţionarea ficatului?

— Vezica biliară este o pungă cu o capacitate de circa 50 cm^3 în care se colectează bila în timpul dintre mese. Vezica nu este absolut necesară procesului de digestie, căci la unele animale (cal) lipseşte. Dar prezenţa ei constituie o îmbunătăţire a eficacităţii rolului bilei în digestie. Secreţia de bilă a ficatului este continuă. Prin canalele hepatice aceasta se scurge în partea de jos a organului şi apoi (prin canalul cistic) este îndreptată spre vezică. Aici bila suferă un proces de concentrare de vreo patru ori, prin faptul că pierde din apă. Vezica se contractă, cum am văzut, la începutul digestiei, atunci cînd chimusul gastric începe să pătrundă în duoden. Sub acţiunea hormonului *colecistokinina*, contracţiunea vezicei şi deschiderea sfincterului de la canalul coledoc (care poartă numele lui Oddi) lasă să intre în intestin o bilă concentrată. Sărurile biliare micşorează puternic tensiunea superficială a sucului venit din stomac; se produce fenomenul de emulsionare a grăsimilor, astfel că lipaza pancreatică poate să-şi înceapă imediat acţiunea de descompunere a lipidelor.

— Dar ce se întîmplă cînd se termină bila cistică?

— Atunci bila hepatică se varsă direct în canalul coledoc şi de aici în duoden. Acest proces ţine pînă cînd se epuizează chimusul gastric şi se goleşte

[1] *Marţială* — de la Marte, zeul războiului, la romani al cărui nume a fost legat de mitologie şi alchimie, de metalul fier.



REGLAREA GLICEMIEI ÎN SÎNGE

a. HIPOTALAMUS
b. HIPOFIZA
c. TIROIDA
d. GLANDA SUPRARENALĂ
e. RINICHI
f. FICAT
g. STOMAC
h. ŢESUT
i. PANCREAS
j. SECŢIUNE PRINTR-UN VAS DE SÎNGE

stomacul. Printr-un reflex invers se închide acum sfincterul Oddi şi bila din ficat este îndreptată spre vezica biliară.

— Bila diluată este tot atît de eficace ca şi cea concentrată? mă întreabă Vişan.

— Desigur că nu, mai ales dacă vorbim de începutul procesului de digestie. După ce-a scăzut tensiunea superficială a apei din chimusul intestinal, bila diluată menţine această valoare scăzută, dar în acelaşi timp ea se reabsoarbe şi prin sînge ajunge la ficat determinînd o producţie mai puternică, deci mai concentrată de bilă. Se evaluează că peste 70% din bilă se reabsoarbe, mai ales sărurile biliare şi că acest circuit se repetă de 2—3 ori în cursul unui proces complet de digestie.

— Adică se face o economie de substanţă! spuse Mircea.

— Dacă vrei, fie aşa! Bila mai uşurează şi ieşirea enzimelor digestive ale intestinului (enterokinaza, erepsina), cît şi absorbţia produşilor de degradare a grăsimilor, şi chiar a unor mici picături ale acestora.

— Este posibilă şi absorbţia grăsimilor ca atare?

— Da! şi am să vă spun ceva doveditor. Păstorii spanioli miros a seu de oaie şi chiar au sub piele depozite de seu de oaie. S-a constatat că picăturile de seu, fin emulsionate prin sărurile biliare, străbat prin microvilii celulelor intestinale şi cad în sîngele venei porte de unde apoi pot ajunge în aortă şi în depozitele de sub piele. La negrii din insulele tropicale, care consumă mai ales ulei de cocotier, se constată prezenţa depozitelor acestuia în stratele de sub piele. Şi la noi sînt oameni care consumă multă grăsime de pasăre şi au din acest motiv depozite de grăsimi identice, pe care le identificăm şi după mirosul special al acestora.

— Cîte procese complicate în organism, în legătură cu ficatul! Probabil că nu sînt singurele, spuse Mircea cu admiraţie.

— Sigur că nu. Stai să mai vezi. Din sînge în hepatocit intră aminoacizi absorbiţi în intestin şi aduşi aici de vena portă. Ei participă la formarea unor proteine proprii celulei, înlocuind pe cele alterate, sau a unor proteine pe care ficatul le furnizează regulat sîngelui, ca albuminele, globulinele şi fibrinogenul, cît şi enzima protrombina. Cantitatea acestor proteine sanguine formate de ficat se menţine constantă printr-un mecanism asemănător cu cel al reglării glicemiei.

— Şi ce se întîmplă cu proteinele?

— Sînt pînă la urmă desfăcute în aminoacizi, iar aceştia dezaminaţi. Amoniacul rezultat este transformat în uree, o substanţă de 50 ori mai puţin toxică decît amoniacul. Acest proces constituie funcţia *ureogenetică* a ficatului. Asemănătoare este cea *uricogenetică*, adică de formare de acid uric; acesta provine din resturile acizilor nucleici, după digestia nucleilor celulari (au ARN şi ADN). În mod normal ureea şi acidul uric iau calea rinichilor. Dar în unele cazuri cristale de acid uric se pot depozita în cartilajul articulaţiilor, formînd aici săruri de sodiu sau potasiu (uraţi), care provoacă leziuni articulare şi mari dureri de tip reumatismal (artrite). Este guta.

— Ne-ai spus că ficatul joacă un rol în reglajul glucozei, al proteinelor sanguine; nu intervine el şi în metabolismul grăsimilor?

— Sigur că da! În hepatocit intră picături de grăsimi venite fie prin sîngele arterial, fie din cele trecute ca atare prin epiteliul intestinal. În celulă ele sînt degradate prin oxidare, eliberînd astfel o cantitate mare de energie. Astfel ficatul intervine şi în termogeneza organismului. La ieşirea din ficat, în vena suprahepatică, temperatura este în mod constant de aproape + 38°C.

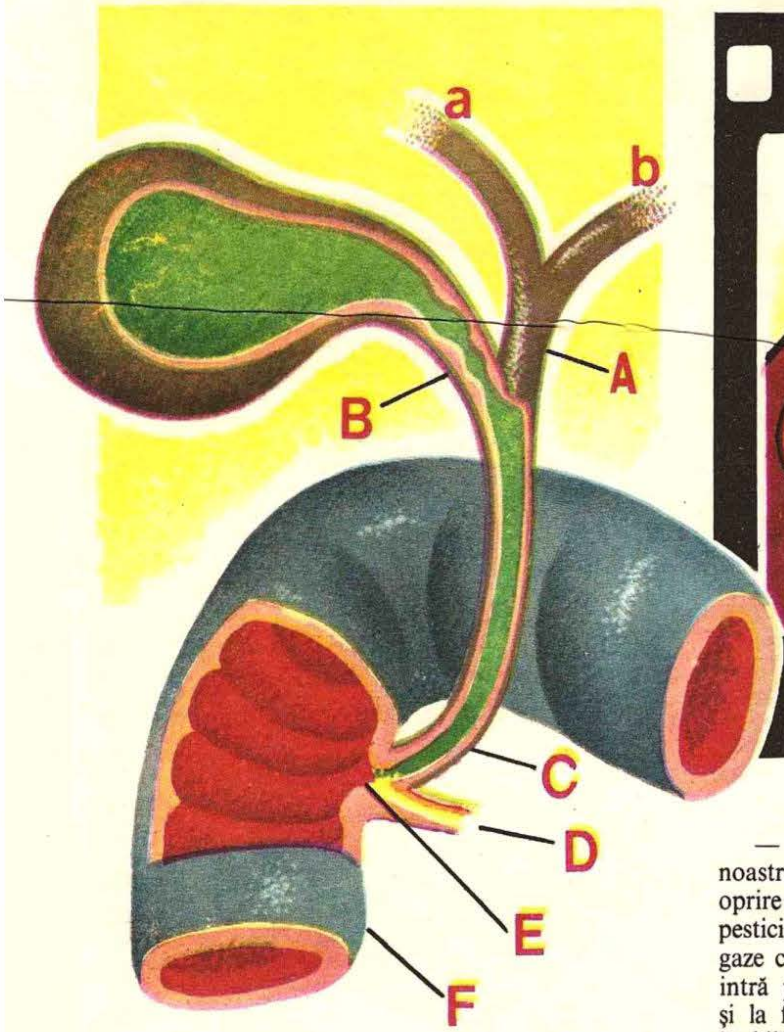
— S-ar putea deci spune că ficatul intervine în aproape toată viaţa vegetativă a omului, spuse Mircea. Poate din cauza aceasta şi îmbolnăvirile lui sînt numeroase şi grave. Am auzit de atîtea boli de ficat şi nu mă mir acum că li se dă atîta importanţă. Odată era cît pe ce să mă opereze de pietre la ficat. Eram după cîţiva ani de muncă grea şi aveam o serie de tulburări abdominale. Radiografia arăta prezenţa unor pietre în vezica biliară. Dar le-am tratat cu ultrascurte în cîmp magnetic şi am scăpat de ele şi de operaţie. Ce sînt propriu-zis aceste pietre?

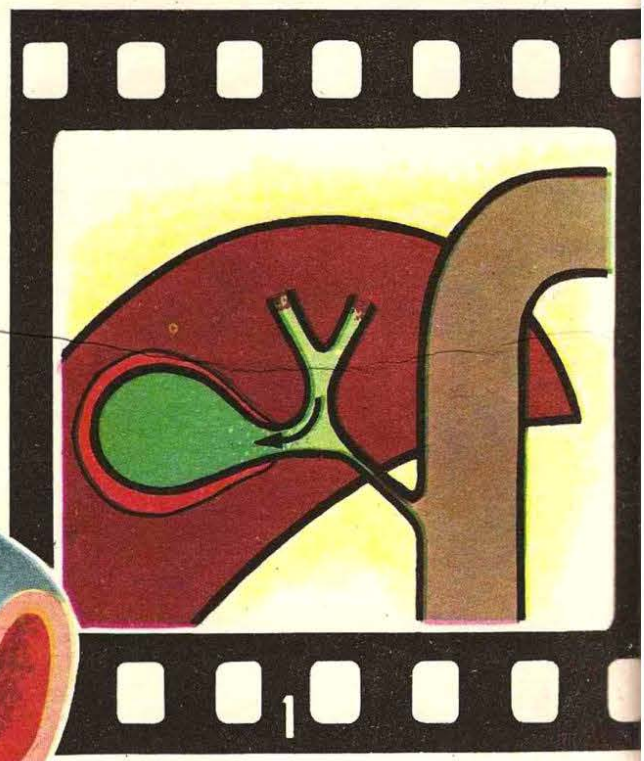
— În fond, sînt nişte săruri organice de mare concentraţie care încep să cristalizeze pe loc, mărindu-se mereu. În vezică sînt sărurile de colesterol care formează centre de concentrare şi pînă la urmă se alcătuieşte un „calcul biliar". Atîta timp cît el rămîne în vezică nu produce dureri şi nici nu ştim că îl avem. Dar în momentul cînd intră în canalul cistic, mai ales la începutul digestiei, atunci cînd vezica se contractă puternic pentru a vărsa bila concentrată în duoden, în acel moment în lungul canalului se produc contracţii dureroase cu dureri puternice. Cel mai simplu mijloc de a scăpa de pietre la „ficat" este operaţia, care este simplă şi deloc periculoasă. Dar se cunosc substanţe care dizolvă calculii biliari sau procedee, cum este cel aplicat de tine, care le mărunţesc încă în vezică, aşa că ele se elimină ca un nisip fin ce nu ne produce nici o durere.

— Şi din ce poţi căpăta astfel de pietre la ficat? întrebă Vişan.

— E greu de spus exact. Unii susţin că dintr-un regim prea bogat în grăsimi, care ridică concentraţia colesterolului din sînge, iar acesta se depune în vezică. Dar sînt multe persoane care mănîncă gras şi nu fac calculi biliari. În general, eu cred că totul depinde de tipul de metabolism al individului, adică de teren, cum zic medicii. Într-o aceeaşi familie care consumă aceleaşi alimente, unii fac calculi biliari, alţii pietre la vezică, alţii devin hipertensivi, iar alţii nu au nimic pînă la adînci bătrîneţi. Fiecare a moştenit un anumit tip de metabolism. Sigur că alimentaţia poate grăbi sau întîrzia un astfel de proces determinat genetic, dar cauza principală stă în această moştenire cu care ne naştem şi care ne vine poate de la părinţii direcţi sau poate de la alţi înaintaşi. E greu încă să se precizeze în toate cazurile patologice originea acestei „predispoziţii".

— Eu ca fizician (puţin sînt şi chimist!) te întreb dacă ficatul nostru nu este cumva ameninţat de chimicalele pe care le ingerăm mereu din alimente, din apă, din aer? întrebă Mircea.





VEZICA BILIARĂ

A. CANAL HEPATIC COMUN

a) Canal hepatic drept
b) Canal hepatic stîng

B. CANAL CISTIC
C. CANAL COLEDOC
D. CANAL PANCREATIC
E. AMPULA VATER
F. INTESTIN
1. ÎNTRE MESE
2. ÎN TIMPUL MESEI
3. ÎN TIMPUL DIGESTIEI

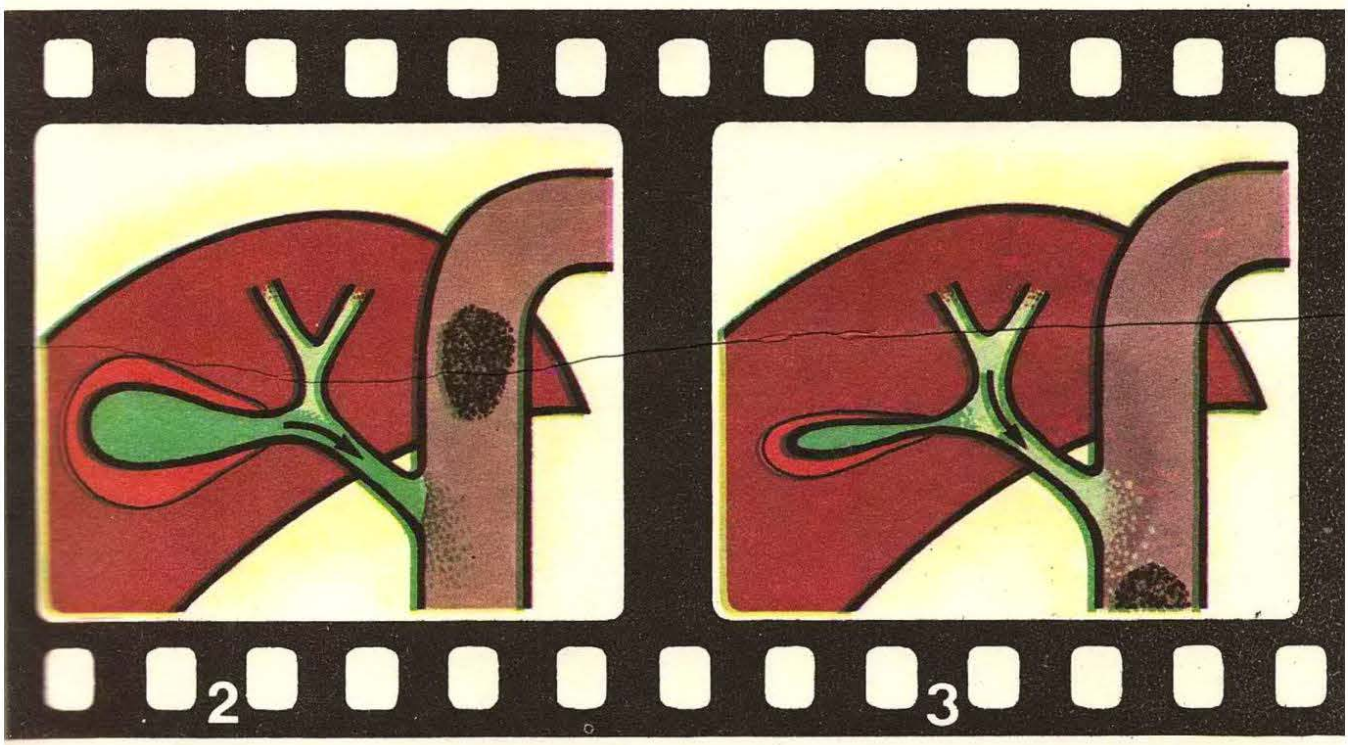
— Tocmai voiam să ajungem la asta. Alimentele noastre conservate conţin multe substanţe chimice de oprire a dezvoltării bacteriilor, apa are detergenţi, pesticide, aerul e plin de particule de cărbune, ciment, gaze ca dioxidul de sulf, de azot etc. Toate acestea intră pe căile naturale în organism şi unele ajung şi la ficat. Unele sînt neutralizate, altele eliminate în bilă, urină, fecale, dar unele se depun în hepatocite. Această „muncă" în plus a ficatului îl slăbeşte şi îl predispune la îmbolnăviri proprii, care tulbură toate funcţiile pe care el în mod normal le îndeplineşte, micşorînd eficacitatea şi reglajul lor. În intoxicaţii cu alcool, cu plumb, cupru, în tuberculoză etc. se ajunge la o încărcare a hepatocitului cu grăsimi care îl înăbuşe şi îi opresc funcţiunea şi — apoi — la înlocuirea celulelor suferinde cu ţesut conjunctiv (ciroză).

— Şi care sînt bolile cele mai frecvente ale ficatului?

— Una din cele mai frecvente este icterul sau gălbinarea, provocată de vărsarea în sînge a pigmenţilor biliari (şi a sărurilor biliare), fie în urma unei blocări a căilor biliare (cum este o piatră care opreşte curgerea bilei), fie în urma infectării cu un virus. Culoarea gălbuie a pielii şi ochilor se datoreşte depunerii aici a bilirubinei, biliverdinei şi final a bilicianinei.

— Îmi aduc aminte de o mătuşă a mea, spuse Vişan, care a fost operată la ficat, de unde i-au scos o pungă plină cu lichid.

— A avut probabil un chist hidatic, care se formează din embrionul unei tenii; ficatul o izolează într-un înveliş protector, dar parazitul din interior



creşte, cantitatea de lichid din jurul lui se măreşte şi se ajunge la adevăraţi „saci" care pot avea pînă la peste 5 litri volum. Singura cale de vindecare este operaţia.

— Dar ce ar trebui să facem ca să păstrăm cît mai normal şi cît mai mult timp funcţiunile ficatului? sună vocea lui Vişan de afară.

— Grija pentru ficat înseamnă grija pentru însăşi sănătatea noastră. Să nu facem excese alimentare sau alcoolice, să ducem o viaţă echilibrată mai ales din punct de vedere alimentar.

— Şi cum am putea proteja ficatul contra unor excese, pe care le facem chiar fără să vrem? întrebă Mircea.

— Cunosc lucrările unui medic din ţara noastră care a arătat în mod ştiinţific că o hrană bogată în carne de peşte conferă ficatului o bună protecţie a structurii şi a funcţiilor sale. Pescarii deltei, care consumă în medie 2 kg de peşte pe zi, rareori fac boli de ficat. Ţăranii de acolo care nu consumă deloc peşte, ci carne de vită, porc, ouă, lapte, fac cei mai mulţi boli hepatice. În carnea de peşte (mai ales proaspăt) există nişte substanţe proteice, probabil din grupa histonelor şi a unor aminoacizi, care apără structurile hepatocitului de alterările provocate de agenţii toxici chimici sau bacterieni. Ca urmare e bine să consumăm cît mai multă carne de peşte.

Dar hai să mergem mai departe! drumul nostru este încă lung şi aproape a trecut o zi de cînd călătorim prin corpul lui Vişan.

Mircea a urnit nava şi am ajuns în curentul sanguin al venei centrolobulare. Ne-am oprit pe un vîrf de cordon hepatic şi am reîntîlnit mulţimea leucocitelor şi a macrofagelor care curăţă bacteriile scăpate pînă aici, resturile de celule rupte din epitelii. După o bucată bună de timp ne-am lăsat antrenaţi de curentul sanguin şi am ajuns în vena suprahepatică.

— Ai avut dreptate, aici e mai cald ca la intrarea în ficat. Temperatura este aproape +38°C. Acum înţeleg că o parte din căldura noastră pe care o pierdem continuu spre exterior se înlocuieşte cu căldura furnizată de ficat, în urma reacţiilor chimico-energetice de aici.

— Şi la om şi la mamifere, dar mai ales la animalele hibernante, ficatul reprezintă „cuptorul" cel mai însemnat al organismului. Aici niciodată nu se opresc reacţiile enzimatice, de sinteză sau degradare şi în permanenţă se eliberează energie sub formă de căldură. Liliacul (sau oricare alt animal hibernant) la sfîrşitul iernii revine la viaţă activă numai prin faptul că în ficat încep să se desfăşoare reacţii chimice foarte intense care eliberează căldură; în cîteva ore temperatura animalului creşte de la +5°, cît era cînd stătea atîrnat în hibernare, la +38° cît e temperatura animalului care zboară.

— Am avut norocul să vin aici ca să văd toate acestea, spuse Mircea. Ficatul rămîne pentru mine laboratorul cel mai complicat pe care l-am putut vreodată vedea şi nu cred că omul să poată face unul asemănător vreodată.

— Îţi dai seama, Mircea, că numai venind aici, la faţa locului, ai putut înţelege perfecţiunea organizaţiei şi funcţiunii sale. Dar pentru a se ajunge aici, vieţii i-a trebuit sute de milioane de ani, în care timp structurile şi funcţiunile acestui organ s-au modificat tot mai înspre această perfecţiune.

8

MEDITAȚII ÎNAINTEA SOMNULUI

Motoarele magnetice ne duceau pe lîngă pereții venei suprahepatice și priveam curioși aspecte pe care le-am mai văzut și ne păreau totuși noi. Multe leucocite, macrofage, încrețituri și îndoituri ale pereților.

— Tu știi că sîntem de 12 ore în corpul lui Vișan? Nu crezi că ar trebui să tragem un pui de somn? Eu mă simt destul de obosit după atîtea noutăți și sînt sigur că și tu ești la fel! Ne-ar prinde bine (și cred că Vișan este de aceeași părere) să dormim cîteva ore. Nu?

Mircea avea deplină dreptate. Nici nu am băgat de seamă cum a trecut vremea. Era ora 20,30 și noi aveam acum dreptul să dormim. Am căzut de acord cu toții și am căutat un loc de ancorare în care să fim feriți de șocurile undelor de sînge. Era un fel de îndoitură mai adîncă în interiorul căreia Mircea a ancorat nava. Auzeam acum sunetele difuze de bătăi ale inimii înspre care ne îndreptam. Se părea că vin de sub apă. Vișan a fost de acord să doarmă și el, căci toți eram frînți de oboseală.

— Știu unde sînteți, ne-a spus el. Am să mă culc și am să mă feresc să dorm pe partea dreaptă, ca nu cumva să vă provoc presiuni. Înainte de a adormi am să mai ascult o dată cîte ceva din banda înregistrată azi. Va fi mai interesantă decît orice roman polițist.

Așa am petrecut apoi 6 ore de somn în nava „Harvey", situată undeva deasupra ficatului, sub diafragma lui Vișan și auzind surd bătăile regulate ale inimii lui. Stam culcat pe canapea și prin minte îmi trecea toată această călătorie extraordinară. Aveam tot mai mult impresia că e vorba de imaginație. Mă gîndeam la primele contacte cu Mircea privind călătoria aceasta. Îmi spunea atunci:

— M-am gîndit la „găurile negre" ale cerului, în care astronomii spun că se găsește materie așa de densă, încît elementele se reduc numai la volumul lor nuclear. Calculul făcut de ei, luînd matematica ca instrument de cercetare, arăta că aici există cîmpuri magnetice de 10^{12} gausi[1] (pămîntul are doar 0,5 gausi). Am făcut legătura între aceste date. Dar cum să obții astfel de cîmpuri magnetice uriașe? Nu mi-a fost ușor pînă nu am aflat că în obținerea de plasmă, trebuie să se lucreze cu manșoane de cîmpuri magnetice continui peste care se suprapuneau cîmpurile pulsatorii. Așa am început și am găsit drumul bun.

Iată, îmi ziceam eu acum, datele unor discipline au servit aici alteia: astronomia a ajutat fizica, fizica ajută astronomiei pentru a confirma mecanismul de producere a stelelor care se pot condensa pînă la dispariția luminii lor. Mircea ăsta este un om și jumătate! Pornind de la datele de mai sus a găsit explicația mărimii corpurilor, care depinde de locul în Univers al obiectului, de condițiile fizice ale acelui loc. Probabil pe Lună am fi fost de 6 ori mai mari, pe Jupiter de 3 ori mai mici, totul depinzînd de valoarea cîmpului magnetic și gravitațional al astrului respectiv. Gulliver în țara piticilor sau uriașilor nici nu a fost o utopie așa de mare, cum s-ar putea crede.

Spațiul! trebuie să discut cu Mircea și Vișan despre el. Ce este, în fond, spațiul? În biologie am întîlnit frecvent această noțiune: un individ ocupă un anumit spațiu în mediu, spațiul vital al unei familii de lei, de exemplu. Dar ce este spațiul? Trebuie să cer părerea lui Mircea? El e fizician și poate ideea de spațiu o concepe mai clar!

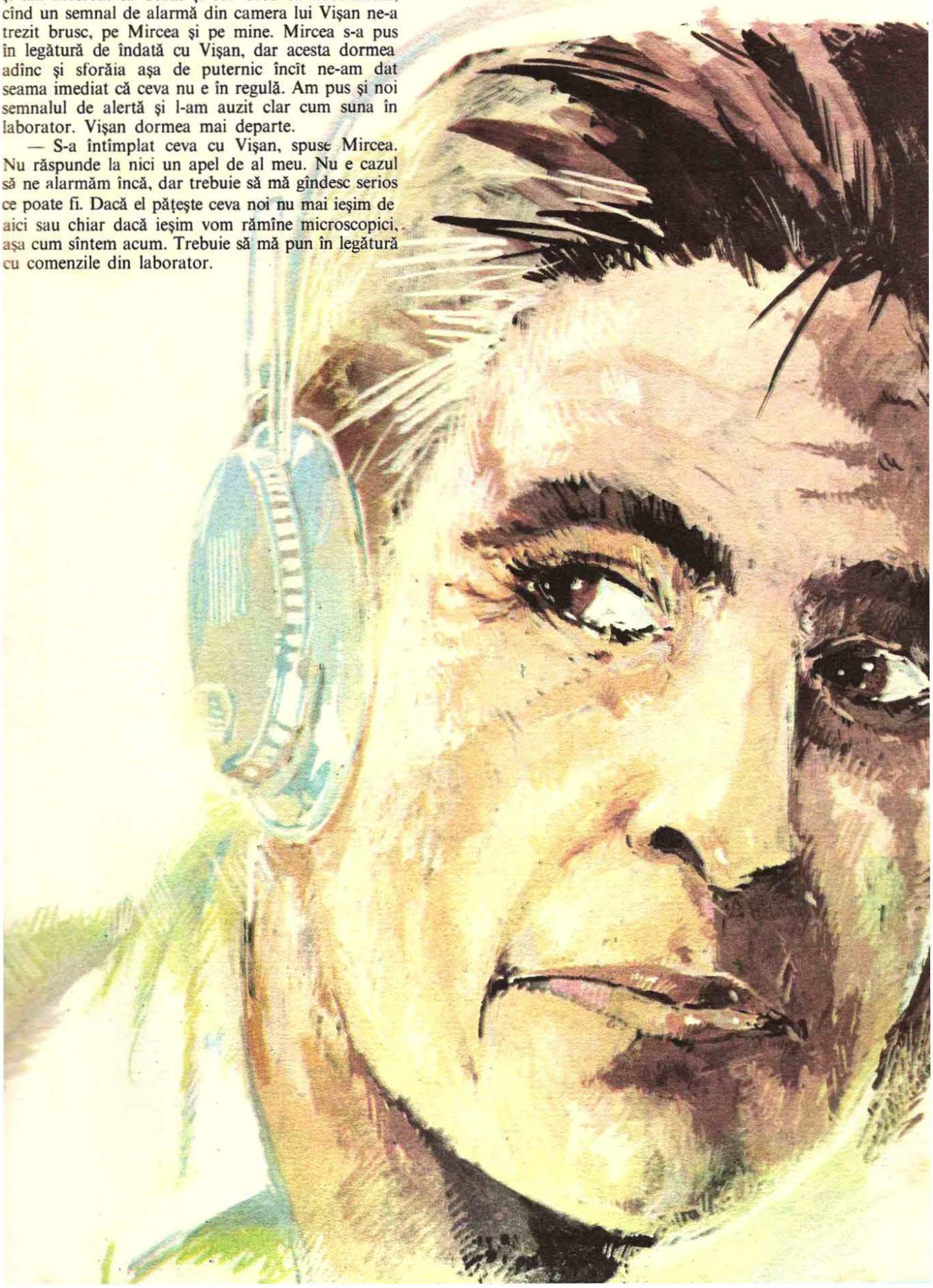
Dar fiindcă sînt la spațiu trebuie să mă întreb și ce este timpul. Noi îl măsurăm cu anumite fenomene ce se repetă regulat, cum este rotirea Pămîntului în jurul Soarelui, sau a Lunei în jurul Pămîntului, sau cu descompunerea unui element radioactiv etc. Ca instrument de măsură am inventat întîi ceasul solar, clepsidra, ceasul cu arc, ceasul gravitațional etc. Unitatea timpului după astfel de instrumente este anul, luna, săptămîna, ziua, ora, minutul, secunda, microsecunda etc. Timpul în astronomie servește și la măsurarea distanțelor. Un an lumină este egal cu aproape zece bilioane kilometri, iar instrumentele noi ale antenelor cosmice măsoară distanțe pînă la miliarde de ani lumină. În tot acest spațiu se văd galaxii, nebuloase, există materie dispersată sau condensată sub formă de stele, praf cosmic sau numai unde electromagnetice și toată această materie este într-o continuă mișcare și transformare. La nivelul nostru grîul se transformă în făină, aceasta în pîine, aceasta în glucoză, aceasta în CO_2, apă și energie și sub aceste forme „degradate" reintră în ciclul fotosintezei și din nou se poate repeta seria de transformări. La nivelul cosmic Soarele a dat planetele, acestea sateliții și probabil toți se vor contopi din nou odată și ciclul va reîncepe. Tot astfel galaxia noastră se rotește, apoi se dispersează, se va forma alta ș.a.m.d. Timpul ar putea fi transformarea continuă a materiei. Oricum am lua lucrurile, materia stă la baza noțiunilor de spațiu și de timp, ele fiind două atribute ale materiei, cu care formează o singură unitate.

Mircea dormea adînc pe canapeaua cealaltă. Era obosit de cîte a văzut azi. Părea foarte liniștit. Probabil visa ceva frumos. Dar oare Vișan doarme? Mi-am întins brațul și am conectat microfonul cu exteriorul. Îi auzeam respirația regulată, dar și cîte un oftat adînc din cînd în cînd. Ce l-o fi tulburat? Aveam impresia că nu doarme normal. În laboratorul

[1] Gauss — unitate de măsură a inducției magnetice (simbol Gs).

de sus totul părea liniştit. Am întrerupt legătura şi am încercat să dorm şi eu. Cred că adormisem, cînd un semnal de alarmă din camera lui Vişan ne-a trezit brusc, pe Mircea şi pe mine. Mircea s-a pus în legătură de îndată cu Vişan, dar acesta dormea adînc şi sforăia aşa de puternic încît ne-am dat seama imediat că ceva nu e în regulă. Am pus şi noi semnalul de alertă şi l-am auzit clar cum suna în laborator. Vişan dormea mai departe.

— S-a întîmplat ceva cu Vişan, spuse Mircea. Nu răspunde la nici un apel de al meu. Nu e cazul să ne alarmăm încă, dar trebuie să mă gîndesc serios ce poate fi. Dacă el păţeşte ceva noi nu mai ieşim de aici sau chiar dacă ieşim vom rămîne microscopici, aşa cum sîntem acum. Trebuie să mă pun în legătură cu comenzile din laborator.



Mircea a început manevrele de legătură. Auzeam tot ce se întîmpla în laborator, cîteva contacte, cîteva lovituri.

— Acum Vişan e în siguranţă. Am închis toate accesele în laborator. Eu nu-mi explic somnul lui Vişan decît că cineva l-a adormit intenţionat. El stă ţeapăn şi sforăie. Îl vezi ! Dar nimeni nu va putea intra în laborator pînă nu se va trezi sau nu voi deschide eu de aici, prin comenzile din laborator, uşile ferecate dinlăuntru.

Mircea îmi explică atunci că laboratorul este izolat prin pereţi de peste 1 metru de beton, în care există şi un blindaj de 30 cm de plumb. Această izolaţie era necesară pentru a nu influenţa prin cîmpurile magnetice exteriorul laboratorului. Eram destul de îngrijoraţi amîndoi. Deodată am auzit prin microfoane un sunet ca de perforare cu burghie electrice şi din cînd în cînd lovituri de ciocan. Somnul ne pierise; bine că am dormit cîtva timp! Mircea era mai stăpîn pe sine decît încercam eu să arăt. El avea siguranţa omului de ştiinţă că nimic nenatural nu se poate întîmpla şi că neprevăzutul a fost prevăzut. Ne-am preparat o cafea şi discutam îngrijoraţi de ceea ce i s-a putut întîmpla lui Vişan.

— Pare drogat, dar singur nu a făcut-o. El ştia despre însemnătatea prezenţei lui treze în această experienţă. Dar dacă este drogat, atunci altcineva a făcut-o. Cineva care a venit de la exterior. Dar după ce am început noi experienţa, laboratorul a fost pus în siguranţă prin mecanisme sigure şi absolut nimeni nu a mai putut intra în el. Mircea se gîndea adînc.

— Nu poate fi decît o încercare străină, de a pune mîna pe secretele noastre. Îţi spuneam că şi alţi colegi de specialitate sînt aproape de micşorarea obiectelor. Toţi m-au descusut despre stadiul lucrărilor mele. Bineînţeles că am fost foarte circumspect, iar Vişan nu a scos o vorbă despre toate astea. Dar în acest domeniu şi mediu e suficient uneori o indicaţie vagă, ca oamenii de specialitate să-şi dea seama de ceea ce faci. Am bănuieli că agenţi ai unor oficii de informaţie străină ne dădeau tîrcoale în ultima vreme. Ne-am ferit amîndoi. Lucram închişi în laboratoarele de la institut şi universitate şi eram apăraţi nu numai de o serie de dispozitive de siguranţă pe care noi le-am inventat, dar şi de stat.

Se ştia prea bine că trebuie să fim apăraţi noi şi laboratoarele noastre.

Mircea analiza toate posibilităţile.

— Lui Vişan nu i-a rămas nici o legătură cu exteriorul? l-am întrebat.

— Doar prin nişa în care ni se aducea mîncare şi băutură de la cantina institutului. Dar aceasta este supravegheată şi închisă de la exterior. Nu se poate deschide decît din comenzi interne. Ia stai ! totuşi asta trebuie să fie. Pe aici au putut să îi strecoare lui Vişan un drog într-o băutură, ca să îl adoarmă cîteva ore, timp în care ei să încerce să pătrundă în laborator, aşa cum se pare că încearcă acum. Dar acest timp va fi foarte lung, căci cu instrumentele lor de cambriolaj le vor trebui cîteva zile.

— Ce am putea face noi ca să îl ajutăm pe Vişan dacă e drogat?

— Cred că trebuie să aşteptăm să se trezească şi sper că asta nu va dura mult. De asta propun să continuăm să dormim şi noi.

— Dar cine poate să doarmă acum? eu nu mă simt capabil, dar nici să aştept nu am răbdare. Şi în fond ce să aşteptăm? Trezirea lui Vişan? Poate să fie după 10 ore! Mircea, găseşte ceva de făcut căci altfel ne vom enerva şi va fi şi mai rău.

— Dragul meu, te asigur că nu ni se poate întîmpla nimic şi că nu avem altceva de făcut decît să aşteptăm trezirea amicului nostru, pentru a vedea atunci ce vom face. Poate să-ţi povestesc despre trăinicia mijloacelor de siguranţă ale laboratorului !

— Nu cred că mă liniştesc. Dar hai să te întreb ceva despre care tot voiam să vorbim. Ce consideri tu că este spaţiul şi timpul?

Mircea mă privi uimit. Numai la aşa ceva nu se aştepta. Dar, în loc să-mi răspundă, tresări şi îmi făcu semn să tac.

9

NEPREVĂZUTUL

— Stai puțin și ascultă! Mircea era atent la microfoane, în care se auzea un sunet clar de sfredelire și un scîrțîit acut. Am să încerc acum ceva, spuse el.

În microfoane auzeam și căderea unor bucăți de tencuială pe podea și huruitul burghiului electric.

— Cred că au perforat peretele dinspre coridorul ce duce la sala de mese. Este cel mai ferit punct. Dar nu vor putea face mare lucru căci acolo este și un blindaj de fibre de sticlă care învelește stratul de cărămizi de plumb. Să așteptăm puțin pînă se opresc și ei ca să asculte.

Nu peste mult timp domnea în laborator o liniște adîncă. Numai respirația profundă a lui Vișan continua neabătută. Apoi sfredelirea a început din nou.

— Stați că trag! strigă deodată Mircea în microfon. Sigur că în laborator strigătul lui a răsunat puternic. Lucrul s-a oprit. Vișan s-a mișcat, dar nu s-a trezit. Mircea a început apoi să producă sunete de sirenă ca de alarmă, pe care le proiecta pe microfon. Dar după circa un minut s-a oprit epuizat. Peste tot era acum liniște. O ascultam cu sufletul la gură. A trecut mai bine de o oră pînă ce zbîrnîitul burghiului a început din nou.

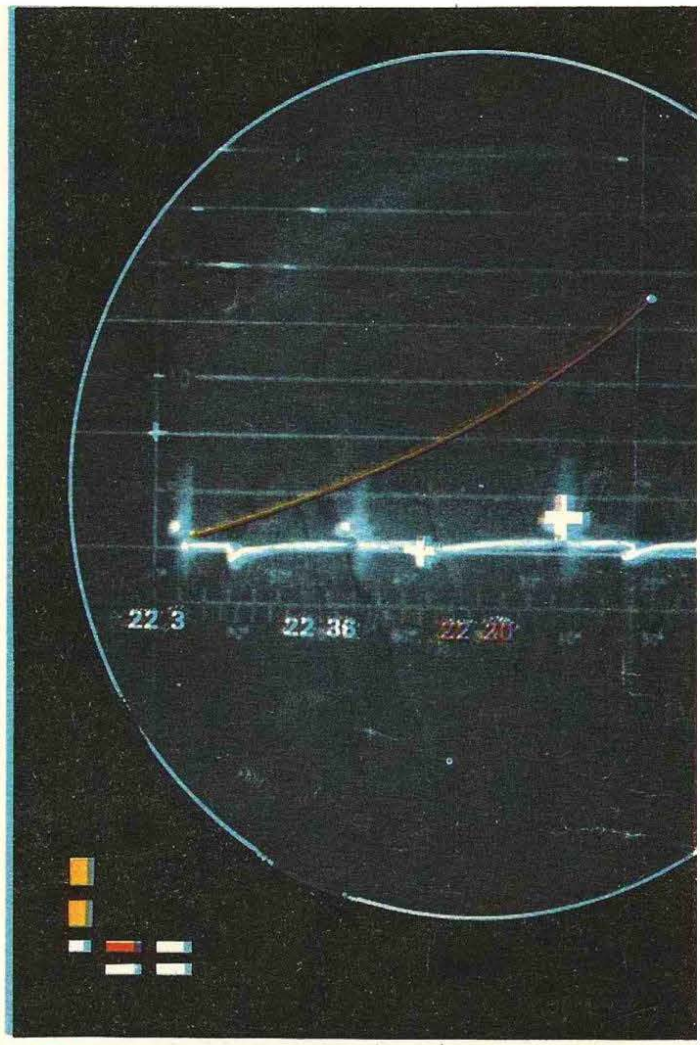
— Și-au dat seama că a fost o alarmă falsă, căci în acest timp noi ar fi trebuit să ieșim și să cerem ajutoare. Și știu că nu Vișan face toate acestea, căci el doarme adînc și presupun că noi sîntem undeva în lumea microcosmică. Nu aud nici sunetul de orgă al instalațiilor și cu orice risc merg mai departe. Nu vor putea face mare lucru pînă la urmă, dar nu-mi place să se amestece în treburile noastre.

— Ce mai putem face acum? îl întreb neliniștit.

— O gaură cu burghiul nu însemnează mare lucru. Vor vedea doar că Vișan doarme și vor face probabil cîteva fotografii. Dar la pupitrul de comandă nu vor putea ajunge. Noi trebuie să așteptăm trezirea lui Vișan. Îți propun să ne liniștim și chiar să dormim. Afară trebuie să fie trecut de miezul nopții și stereotipul nostru dinamic tocmai acum ne îndeamnă la somn. Am să las amplificatorul microfonului deschis ca să auzim tot ce se produce în laborator.

Am încercat amîndoi să dormim. Eu însă nu am putut. Mă zvîrcoleam de pe o parte pe alta gîndindu-mă la ce o să se întîmple dacă Vișan nu se va mai trezi. Mircea însă a adormit curînd. Îi auzeam respirația regulată. După circa două ore am avut impresia că sus s-a întîmplat ceva căci o liniște deplină cuprinsese laboratorul. L-am trezit pe Mircea.

— Au întrerupt curentul trifazic, spuse el și



LOCALIZAREA NAVEI HARVEY PE RADARUL LABORATORULUI

toată instalația noastră de microfoane este scoasă din uz. Acum nu o să mai putem ști ce se întîmplă în laborator. Rămînem izolați de afară. M-am gîndit, între timp, că ar trebui să fac cîteva analize ale sîngelui lui Vișan. Trebuia de altfel să o fi făcut mai de mult.

Autoanalizoarele au intrat în funcțiune și după cîteva minute am aflat că în sînge este *nembutal*, o substanță fără gust, folosită în injecții pentru anestezie generală.

— Cît e doza de anestezie la om?

— Exact nu aș putea să spun acum. Știu că este un pentobarbital de sodiu și se administrează în doze destul de mari, de peste 100 mg/kg.

— Asta înseamnă că unui om de 70 kg îi trebuie cel puțin 7 g și că în sînge ar trebui să fie între 0,2 și 0,3 mg %. Dar eu găsesc în sîngele lui Vișan o concentrație de 0,4 mg % de o substanță din grupa barbituricelor. Deci amicul nostru va mai dormi adînc un anumit timp. Îmi pare rău că nu am făcut de la început această analiză. Prin diferență cu cea de

acum am fi ştiut deja viteza de eliminare a drogului şi am fi putut calcula timpul cînd îşi va pierde efectul şi Vişan se va trezi. Nu e însă prea tîrziu nici acum. Am să repet analizele peste o oră. Pînă atunci nu pot decît să mă culc. Cei de afară pot să continuie perforarea, căci explozibil nu o să îndrăznească să folosească, pentru că s-ar auzi. Acum totul se rezumă la timpul cînd se trezeşte Vişan. Culcă-te şi tu, poate adormi puţin.

Am fost mai liniştit în faţa acestui om de ştiinţă care calculează cu atîta precizie lucrurile, apoi îşi pune capul pe pernă şi adoarme. Am aţipit şi eu, dar după o oră Mircea m-a trezit ca să-mi spună că doza drogului din sîngele lui Vişan a scăzut la 0,35 mg ‰ deci scade cu cîte cinci sutimi de miligrame pe oră. Asta înseamnează că în circa 5 ore încă Vişan s-ar putea trezi singur, chiar dacă nu de tot, dar suficient pentru a vedea ce s-a întîmplat şi să ia măsurile necesare pentru siguranţa laboratorului şi să reintre în legătură cu noi.

Au mai trecut două ore de aşteptare neliniştită. Nu mai ştiam ce se întîmplă afară. Dar am simţit că Vişan s-a mişcat deodată şi am avut impresia că a căzut jos. Ne ţineam ferm în ancorarea din cava inferioară şi numai din răsturnarea poziţiei noastre am dedus ce s-a întîmplat afară. După cîteva minute microfoanele de legătură au funcţionat din nou şi auzeam vocea lui Vişan.

— Fi-r-aţi ai naibii de tîlhari ! Credeţi că vă merge cu mine? Voi doi dinăuntru fiţi liniştiţi. Am fost probabil drogat, căci totul se învîrteşte cu mine. Dar glonţul lor mi-a zdrelit doar umărul şi am căzut jos de pe scaun. Dar acum branşez curentul pe învelitoarele de plumb din pereţi, şi o să vă piară cheful de-a mai împuşca pe cineva. Nişte urlete teribile s-au auzit din laborator. Apoi sirenele de alarmă au început să sune.

— Nu vă faceţi probleme cu mine, spuse Vişan. Aveţi hrană pe două săptămîni. Continuaţi-vă călătoria! Acum trebuie să vă întrerup!...

De afară auzeam, dar pe noi nu ne mai auzea nimeni. Uşile laboratorului s-au deschis şi glasuri străine s-au auzit afară. Ne-a izolat ca să nu se ştie ce experienţe facem şi să se producă derută pentru a nu se afla nici măcar unde sîntem. Trebuie să îi urmăm sfatul. Ne va fi mai greu, dar nu este nici un pericol acum.

De sus se auzeau strigăte: Chemaţi un medic, telefonaţi la salvare, opriţi hemoragia şi altele.

Cu toate că abia mai tîrziu am aflat ce se întîmplase, trebuie să spun că Vişan a fost rănit cu o armă şi a avut norocul că tocmai în momentul cînd s-a tras, el a făcut o mişcare şi a căzut jos. Aceasta l-a trezit şi şi-a dat seama că un pericol îl ameninţă. A branşat atunci curentul de înaltă tensiune pe învelişul de plumb al pereţilor şi i-a electrocutat pe cei doi care lucrau la sfredelirea zidului. Apoi a făcut legătura noastră ca să auzim ce se întîmplă, dar a oprit legătura inversă; a deschis porţile înlăturînd mijloacele de siguranţă şi prin sirenă a anunţat alarma. Oamenii au venit în miez de noapte şi l-au găsit într-un lac de sînge. Medicul care sosise l-a ridicat pe prietenul nostru şi l-a transportat de urgenţă la spital, unde a fost de îndată operat, însă cu anestezie locală, aşa cum a cerut el foarte insistent. Dar nu a vrut să rămînă în spital nici măcar pînă la ziuă, ci s-a înapoiat în laborator şi a ocupat canapeaua din biroul lui Mircea. L-a chemat imediat pe moş Ion, laborantul lui, consăteanul lui Mircea, şi care era omul de încredere al prietenului meu. Moş Ion nu avea şcolile necesare unui laborant, dar a fost prieten cu tatăl lui Mircea. A avut un fecior care a murit pe front, apoi baba s-a dus şi ea şi bătrînul l-a rugat pe Mircea să-l ia pe lîngă el. „Moş Ion — îmi spunea Mircea — ştie ce facem aşa cum ştii şi tu acum şi mereu ne atrăgea atenţia să ne ferim ba de unul, ba de altul, de cei care veneau în laborator şi cînd trebuie şi cînd nu trebuie". Cînd a intrat în laborator Vişan, moş Ion era deja de cîţiva ani cu mine. Îl consideră pe Vişan ca pe „elevul" lui şi ţine grozav la el, căci îi aminteşte de feciorul său, Moş Ion s-a instalat deci în laborator. Singur el dădea drumul medicului care venea o dată pe zi să-şi vadă pacientul. Acesta însă s-a dat jos din pat de îndată ce a ajuns acasă şi i-a spus lui moş Ion că sîntem reduşi ca talie şi ne aflăm experimental în corpul lui.

— Feri Doamne! exclamă moş Ion. Ce minuni mai sînt şi ăstea? Dar atunci cînd Vişan a restabilit şi legătura dinspre noi în afară şi s-a auzit din nou conversaţia noastră, moş Ion a rămas înlemnit în faţa microfonului. Asta e mai mult decît îşi poate închipui omul, spuse el. Dar unde sînt dumnealor acum? întrebă moş Ion

Vişan îi arătă exact locul după semnalele detectorului, iar în imaginea TV am reapărut aşa cum am fost înainte de aceste evenimente.

— Moş Ion, îi spuse Mircea, ai avut dreptate cu atîţia indivizi care veneau pe aici. Iată că era cît pe aci să ni se înfunde tuturor. Ai grijă acum de Vişan şi fă ce-ţi spune, dar nu-l lăsa să se mişte prea mult.

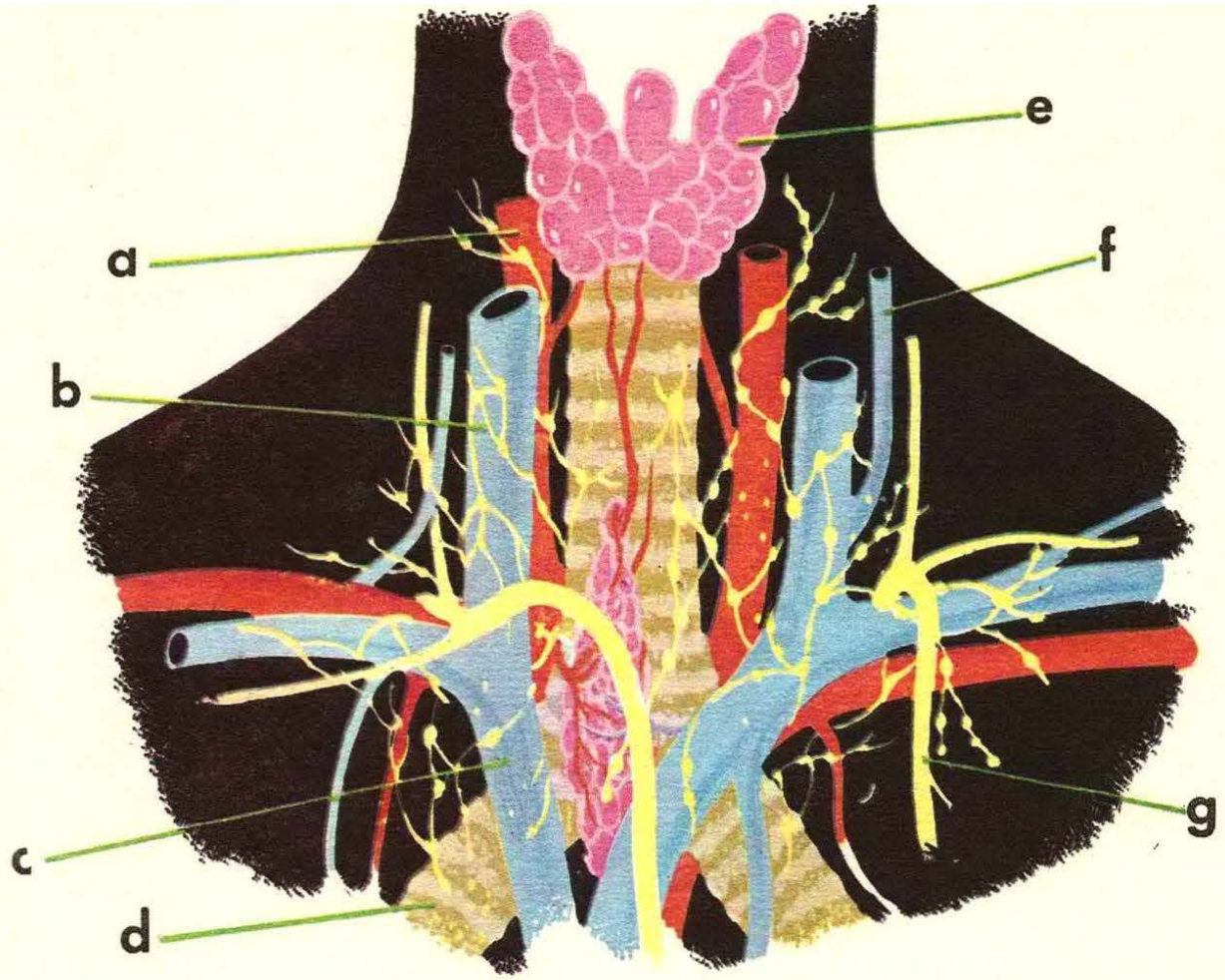
— Acum, domnişorule, poţi fi liniştit! Sînt eu aici. Vedeţi-vă de treburile dumneavoastră!

Încordarea stăpînită de pe faţa lui Mircea a dispărut. Prietenul meu s-a destins şi a redevenit acelaşi om plin de încredere în el şi în alţii.

Aş vrea să spun acum ce am făcut noi în timp ce pe Vişan îl duceau la spital şi cînd l-au operat. Mircea mi-a propus să nu stăm pe loc în acest timp şi să ne apropiem de locul rănii şi al operaţiei. Eu am fost de acord, dar trebuia să ne ferim de vasele mai mari care puteau să ne antreneze într-o hemoragie spre exterior.

— Tu să-mi spui exact pînă unde mergem şi cum. Ne vom opri apoi şi vom urmări intervenţia chirurgicală.

Din îndoitura venei cave inferioare, unde rămăsesem să dormim şi unde ne surprinsese încercarea de efracţiune, am pornit-o pînă la confluenţa cu cava superioară prin al cărei curent lent de sînge am străbătut înspre cap pînă la deschiderea venei subclaviculare drepte. Aveam ca indicaţie vărsarea în aceasta a canalului toracic plin cu limfă. Nu a fost deci prea



a. CAROTIDA
b. JUGULARA INTERNĂ
c. VENA CAVĂ SUPERIOARĂ
d. TRAHEE
e. GLANDA TIROIDĂ
f. JUGULARA EXTERNĂ
g. CANAL LIMFATIC

greu să ne orientăm. Dar ne-am oprit într-un ganglion limfatic din regiunea gîtului.

— Interesantă formație aceasta, spuse Mircea. În jur trece limfa care nu are decît leucocite. E un lichid transparent, curios. Nu am văzut-o niciodată, cu toate că m-am tăiat destul în viața mea. De ce nu o vedem?

— Pentru că orice tăietură este însoțită și de rupturi ale capilarelor de sînge, iar acesta fiind roșu colorează tot lichidul care se scurge dintr-o rană. Pentru a o studia, trebuie niște canule speciale în canalul toracic. Dar fiindcă sîntem acum aici, hai să cunoaștem sistemul limfatic.

— Vișan nu va putea asculta și înregistra conversația noastră și nu va putea nici să vadă ceea ce vom vedea noi. Să îl așteptăm ?

— Da, și eu socot că nu e cinstit să îl privăm de această parte a călătoriei noastre. Hai deci să așteptăm pînă revine în laborator. Dar ce să facem pînă atunci?

— Fiindcă avem puțin timp, eu am să fac cîteva analize ale acestui lichid, iar tu pregătește niște scheme și desene pentru a înțelege mai bine aparatul limfatic al omului, care, în general, e puțin cunoscut.

Vișan era acum pe masa de operație și auzeam tot ce se întîmplă la exterior.

— O să te doară puternic cusăturile pe care va trebui să le facem, spuse doctorul, e mai bine să-ți facem o anestezie generală.

— Vă rog mult, tovarășe doctor, să-mi faceți numai anestezie locală. Oricît m-ar durea o să suport, căci nu se poate să mă anesteziați general. Am motive foarte serioase pentru asta!

Așa se face că în jurul regiunii omoplatului s-au făcut o mulțime de injecții adînci cu novocaină și după cîteva minute a început operația. Au trebuit

înlăturate cîteva fîşii de piele sfîşiată de glonţ şi îndepărtaţi cîţiva muşchi care acopereau osul. Acesta era zgîriat, dar nu rupt. S-a spălat rana, s-au cusut ţesuturile, s-a dezinfectat totul şi apoi s-au prins copcile pe piele. Un bandaj pe sub braţ a încheiat această intervenţie.

În tot acest timp Vişan vorbea destul de tare. Medicii spuneau că aiurează din cauza tensiunii nervoase. Dar nu a scos nici un sunet de durere.

— Acum sînt sigur că toată vina o am eu, spunea el în timp ce medicii făceau intervenţia. Nu trebuia să comand ceai de la bucătărie. Am să refac sistemul de alimentare de la exterior. Trebuia să rămîn şi eu la resursele proprii, aşa ca în cabina cosmonauţilor. Cine or fi fost? Electrocutarea este folosită numai în America. Ei ştiau că şi plumbul nostru este legat la înaltă tensiune. Cînd au întrerupt curentul trifazic au crezut probabil că nu mai funcţionează nici sistemul electric din zid. Dar acesta este legat la generatoarele din pivniţă. Acuma sînt morţi. Am eu vreo vină în asta? Nu puteam altfel. O să mai discutăm problema aceasta, o să o mai discutăm...

Medicii auzeau aceste fraze, spuse rar, întrerupte şi spuneau că nu este conştient şi sigur nu simte nici dureri. Numai noi înţelegeam ce spune Vişan. Păcat că nu îi puteam răspunde acum. Dar va trebui să mai discutăm o dată cazul şi răspunderile. Mircea afirma că numai el este de vină că nu s-a gîndit la toate. De pierderea unui vas răspunde căpitanul şi nu secundul!

Şi noi ne zbuciumam în nava ancorată într-un ganglion limfatic, şi cu toate că făceam fiecare cîte ceva, nu puteam să nu ne gîndim la rana lui Vişan, la încercarea de a se fura secretele lui Mircea, la faptul că doi oameni au fost electrocutaţi şi la zarva care se va ridica în jurul acestui caz. Cum de nu se întrebaseră autorităţile unde sînt cele două persoane care s-au închis în laborator cu Vişan?

Între timp Vişan a ajuns acasă şi moş Ion era lîngă el. Întîi trebuia să lămurim unele lucruri, apoi după ce îl vom lăsa pe Vişan să se odihnească după această suită de evenimente, să ne reluăm călătoria.

Microfoanele noastre au fost legate la cele ale laboratorului şi Mircea s-a adresat lui Vişan:

— Te rog acum să te culci şi să dormi. Eşti încă sub influenţa drogului străin şi a novocainei de la operaţie. Ai nevoie de odihnă. Moş Ion va sta în laborator şi te va supraveghea. Noi avem aici de făcut cîteva investigaţii înainte de a merge mai departe. Vom lua masa şi apoi ne vom odihni şi noi. Îţi dau întîlnire peste zece ore. Pînă atunci nu ai voie să faci nimic. Laşi toate legăturile cu noi şi de la noi. Asta e tot!

Dispoziţiile lui Mircea au fost respectate de toţi. După încordarea în care am trăit ultimele ore eram şi noi obosiţi. După ce am mîncat una din mesele pregătite în săculeţe speciale, ne-am culcat şi am dormit binişor. Nu mai aveam griji pentru Vişan. Moş Ion era garanţia că de acum înainte nimic nu se va mai putea întîmpla afară.

Eram tot în ganglionul limfatic din regiunea gîtului şi bine ancoraţi.

10

LICHIDUL INCOLOR AL CORPULUI

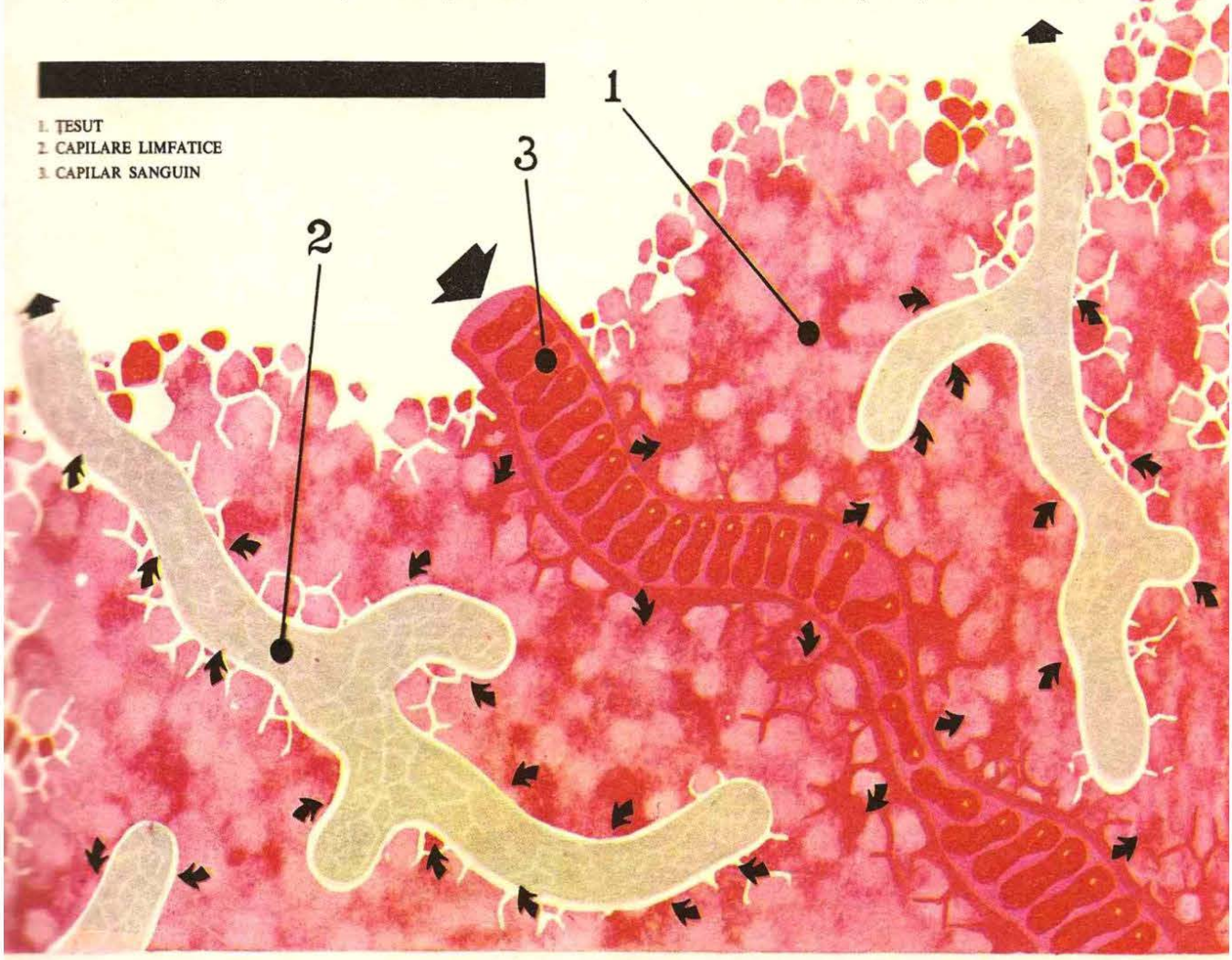
După zece ore Vişan era refăcut; dormise bine, mîncase şi acum era în picioare şi stabilise toate legăturile audio-vizuale cu noi. După ce am luat o cafea şi noi eram gata de a continua călătoria.

— Eraţi în dreptul inimii, ne spuse Vişan, cînd m-au atacat cei doi. Acum sînteţi pe la mijlocul gîtului. Explicaţi-mi cum aţi ajuns acolo.

— Dragii mei, aş vrea să vă arăt ceva mai mult despre aşa-numitul sistem limfatic, o anexă extrem de importantă a circulaţiei sanguine, despre care nu se prea ştie multe şi nici nu se prea vorbeşte multe.

Limfa, pe care am întîlnit-o la procesul de absorbţie a grăsimilor din intestin, este numai o parte a acestui lichid alburiu, fără hematii şi sărac în oxigen, care are în tot corpul un volum de peste 10 litri şi pe care nu-l vedem decît dacă se fac canulări speciale în canalul toracic. Limfa este cuprinsă în sistemul circulator limfatic, iar acesta este alcătuit dintr-o serie de capilare limfatice care încep ca degetele de mănuşă închise la un capăt în înseşi ţesuturile corpului. În toate există astfel de capilare limfatice. Şi numărul lor este foarte mare. O să vă arăt în degetele noastre, la care ne-am tăiat cu toţii şi am văzut numai lichidul roşu al sîngelui care se scurgea. Acolo era însă şi lichid limfatic, incolor, care coagula şi el ceva mai încet decît sîngele şi a cărui „coajă" o putem întîlni după ce rana s-a cicatrizat şi s-a îndepărtat prima crustă neagră. Apare o nouă crustă aproape transparentă, care este formată din coagularea limfei.

Limfa se formează între celulele ţesuturilor. Ea îşi are originea parte în lichidul ce traversează capilarele sanguine înspre capătul lor arterial, aducînd celulelor oxigen, glucoză, aminoacizi, acizi graşi fosforilaţi, vitamine, săruri minerale etc. Celulele iau ceea ce au nevoie pentru viaţa lor şi varsă în acelaşi lichid intercelular produşii lor de excreţie

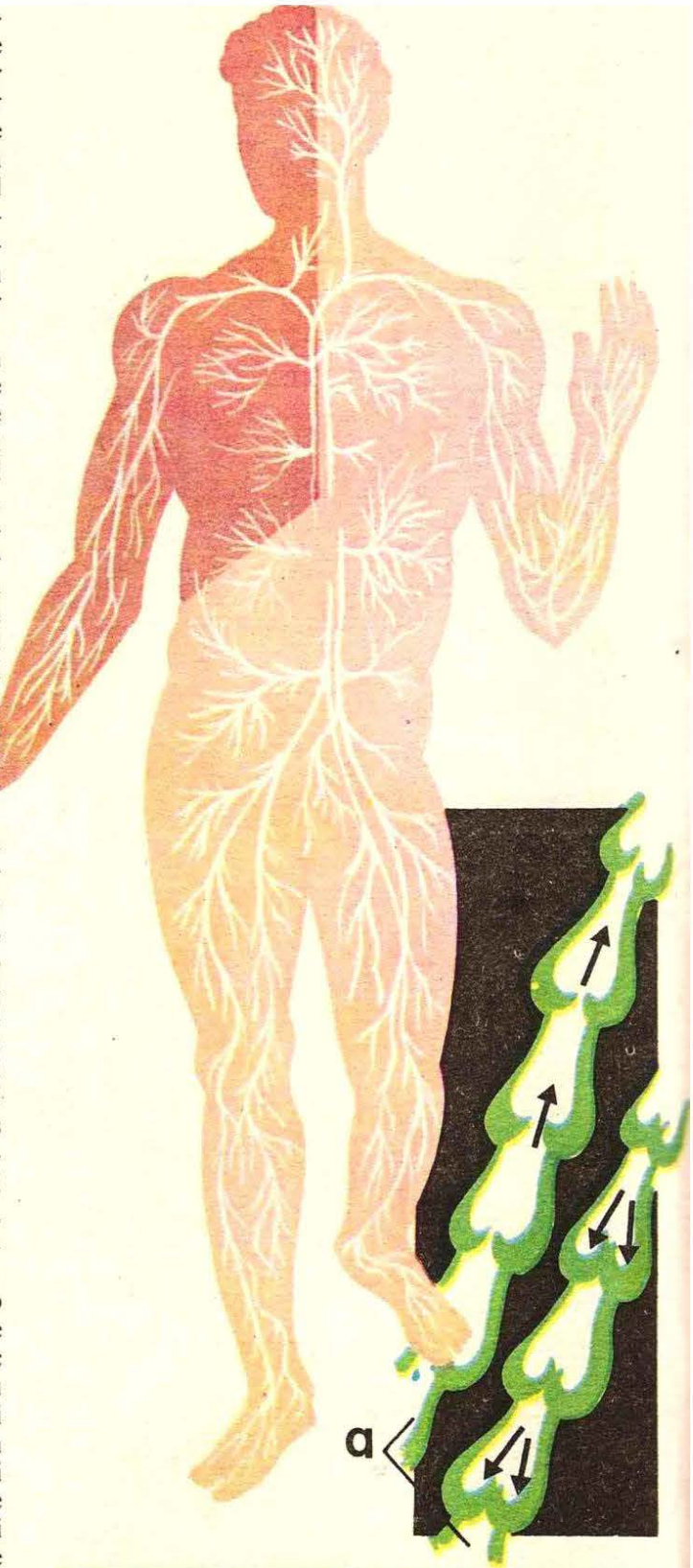


sau chiar de elaborare (vitamine, enzime, proteine etc.). O parte din aceşti produşi revin în sînge la capătul venos al capilarului, din cauza diferenţelor de presiune dintre sînge şi lichidul intercelular, dar o parte din aceşti produşi intră în degetele de mănuşe ale capilarelor limfatice unde împing limfa deja existentă. Astfel limfa îşi are originea în lichidul intercelular şi conţine mulţi din produşii de degradare şi dezasimilare (catabolism) ai celulelor ţesuturilor. Limfa ajută astfel curăţirea mediului extern al celulelor (adevăratul mediu intern al organismelor animale).

Capilarele limfatice din picioare, din mîini, din regiunea capului, a trunchiului etc. sînt nişte vase foarte subţiri care se contopesc din ce în ce în nişte vase mai mari, care sînt prevăzute cu valvule, pentru a nu provoca apăsarea prin greutate a limfei, mai ales cea care vine din regiunea inferioară a corpului. Valvulele permit circulaţia limfei numai de la periferie spre locul în care limfa se varsă în venele subclaviculare, dreaptă şi stîngă. În vene presiunea sîngelui este deja zero şi limfa nu este împiedicată să intre în sîngele venos. În vena subclaviculară dreaptă se varsă limfa din regiunea dreaptă a capului şi a braţului drept, cît şi puţină din partea dreaptă a regiunii toracelui. În subclaviculara stîngă se varsă canalul toracic, care îşi are originea în cisterna lui Pequet în care se adună şi vasele limfatice din membrele posterioare, cît şi cele din regiunea abdominală. În canalul toracic, înainte de vărsarea lui în vena subclaviculară stîngă se mai varsă şi vasele limfatice din regiunea stîngă a capului, a braţului stîng.

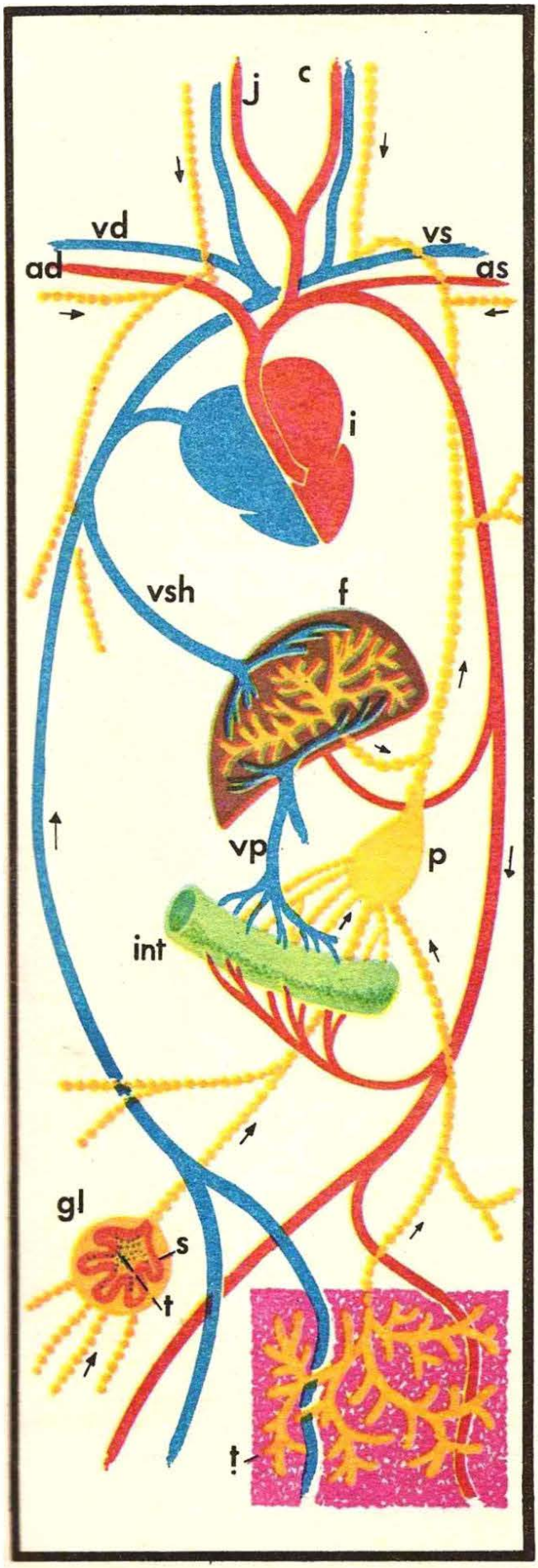
Înainte de a se vărsa în canalele colectoare, limfa din vasele mici trece prin ganglionii limfatici, nişte formaţiuni nodulare, de mărimi variabile, pînă la o boabă de fasole, care se găsesc foarte numeroşi în regiunile de mare mobilitate ale corpului: regiunea inghinală, subsuoară, sub cap în regiunea gîtului etc. Se evaluează că la om se pot găsi peste 10 mii de astfel de ganglioni limfatici. Ei au un înveliş conjunctiv la exterior, din care înspre interior pornesc pereţi delimitînd nişte loji, numite foliculi limfatici; ei sînt înconjuraţi de sinusuri limfatice, adică un ţesut lax, spaţios prin care pătrunde limfa de la exterior şi din care iese limfa prin vasele eferente. Dar în foliculii din interior, cu ţesut de tip reticulo-endotelial, se petrec fenomene importante pentru curăţirea limfei care vine. Aici se înmulţesc foarte mult limfocitele, adică acele leucocite care au un rol deosebit de important în apărarea organismului deoarece produc anticorpi şi pot „ucide", prin contact direct, celule străine. În ochiurile reţelei foliculare se găsesc numeroase macrofage, celule mari care pot îngloba în ele leucocite pline de bacterii sau de alte particule pe care le-au luat dintre celulele ţesuturilor.

În cazul unor inflamaţii, ca în amigdalită, în infecţii la mînă sau picior, se întîmplă ca ganglionii limfatici din regiunea gîtului, de sub braţ sau din regiunea inghinală, să crească puternic în volum şi să îi putem palpa cu uşurinţă. Leucocitele încărcate cu bacterii din locurile infectate sînt înglobate de



PORŢIUNEA LIMFATICĂ CE SE VARSĂ ÎN VENA SUBCLAVICULARĂ DREAPTĂ

a. CANAL LIMFATIC



macrofage în aşa cantitate încît acestea mor şi măresc volumul ganglionului. Prin presiunea pe care o exercită asupra pereţilor acestuia provoacă dureri (adenite). Dar microbii înglobaţi de leucocite rămîn în macrofage şi astfel devin inofensivi.

— Teribil de interesant! spuse Vişan. Eu simt că sub braţul drept s-au umflat ganglionii. Înseamnă asta că am vreo infecţie în locul operat?

— În toate operaţiile se produc infecţii locale şi mici, din cauza contactului rănii deschise cu aerul. Dar medicii nu introduc bacterii căci au suficiente mijloace de dezinfectare. Totuşi glonţul, apoi expunerea rănii la aer au cauzat cîteva infecţii. Leucocitele lucrează din plin, iar în ganglionii limfatici activitatea macrofagelor este puternică. De asta ai impresia unor ganglioni măriţi, cum şi sînt în realitate, dar nu e nici un pericol. Vei vedea că mîine totul o să fie în regulă.

— Acum încep să înţeleg multe lucruri pe care nu le-am bănuit, spuse Mircea. Acest sistem limfatic joacă un rol multiplu, de curăţire a lichidului intercelular de cataboliţi, de apărare contra infecţiilor şi totuşi se vorbeşte atît de puţin de el! De ce?

— Medicii îl cunosc, dar îl ajută numai în infecţii prin administrarea de antibiotice. Dar rolul lui de curăţitor al lichidului intercelular este încă puţin valorificat.

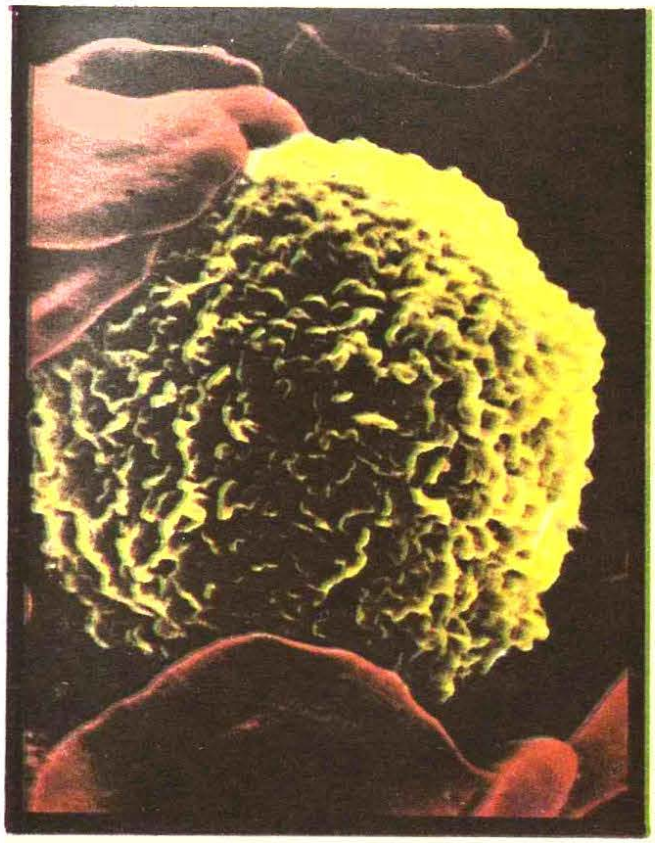
— Şi cum se poate valorifica?

— Activînd circulaţia limfatică! Aceasta este o problemă. Limfa se produce mereu la capătul capilarelor din ţesuturi şi aceasta este cauza principală a circulaţiei ei: împingerea ei de limfa ce se formează mereu *(vis-a-tergo)*. Neavînd un organ propulsor limfa este împinsă în vase prin apăsarea pe care o fac asupra acestora muşchii atunci cînd se contractă. Strîngînd vasul limfatic limfa este împinsă în singurul sens posibil, acela permis de valvulele existente care o lasă să treacă numai în sus, din partea inferioară a corpului şi numai în jos din partea superioară. Cu cît contracţiunile muşchilor sînt mai regulate cu atît şi circulaţia limfei este mai asigurată. Iată de ce plimbările sînt mecanisme de împingere a limfei, deci de golire a capilarelor limfatice şi de antrenare a limfei din ţesuturi spre sistemul venos.

— Ăsta este deci unul din rosturile plimbărilor pe care ni le recomandă medicii la toate vîrstele!

---

c. CAROTIDĂ
j. JUGULEN
vd. VENĂ SUBCLAVICULARĂ DREAPTĂ
vs. VENĂ SUBCLAVICULARĂ STÎNGĂ
ad. ARTERĂ BRAŢ DREPT
as. ARTERĂ BRAŢ STÎNG
i. INIMĂ
vsh. VENĂ SUPERIOARĂ HEPATICĂ
f. FICAT
vp. VENA PORTĂ
int. INTESTIN
p. CISTERNA PEQUET
gl. GANGLION LIMFATIC
s. SIMUS
t. TOLICULI
ţ. ŢESUT



CELULĂ CANCEROASĂ ÎNCONJURATĂ DE GLOBULE ROȘII

— Și este foarte eficace, dar nu e singurul. Canalul toracic își are porțiunea sa principală în torace. Respirațiile adînci, dar mai ales expirațiile forțate, provoacă o depresiune în torace, care „aspiră" astfel limfa din partea abdominală și a membrelor inferioare înspre canalul toracic. Inspirația forțată apoi presează asupra cantității de limfă și o împinge în venele subclaviculare, în sîngele venos. Acest mecanism, pe care îl putem detecta și atunci cînd stăm la masă, este cel puțin tot atît de eficace pentru circulația limfei ca și contracțiunile musculare.

— Cred că mecanismul respirațiilor forțate ar fi de recomandat tuturor celor care stau ore întregi la birou și nu au timp să se miște, spuse Vișan, Eu am să încerc să îl practic. Dar cîte astfel de respirațiuni forțate ar trebui făcute?

— Cel puțin cîte zece una după alta, dar cu o anumită tehnică. Inspirația se face încet, îndepărtînd și ridicînd brațele în jurul capului; apoi se stă cîteva secunde și în urmă se face expirația cît se poate de încet. Ar fi preferabil ca inspirația să dureze între 12—15 secunde, 5 secunde oprire și expirația iarăși 12—15 secunde și alte 5 secunde în expirația forțată. În felul acesta variația presiunii toracice forțează atît intrarea sîngelui în creier, cît și golirea capilarelor limfatice, dar și a venelor din cap și din partea inferioară a corpului.

— Dar ce se întîmplă cu limfa ajunsă în venele subclaviculare ? întreabă Mircea.

— Ea se amestecă cu sîngele formînd în bună parte plasma acestuia; este dusă prin inimă la pulmoni, apoi prin aortă la rinichi și aici se elimină produșii de catabolism, care, în general, sînt toxici. O parte din acești produși vin direct prin sînge, dar majoritatea lor (peste 60%) vin prin limfă și astfel efectul de purificare a lichidului intercelular este grăbit și metabolismul celulelor este ușurat.

— Nu aș fi crezut că sistemul limfatic este atît de important în menținerea vieții normale a organismului. De ce acest lucru nu se spune în învățămîntul de cultură generală? Ar fi cazul ca la igienă să aflăm despre aceste mecanisme.

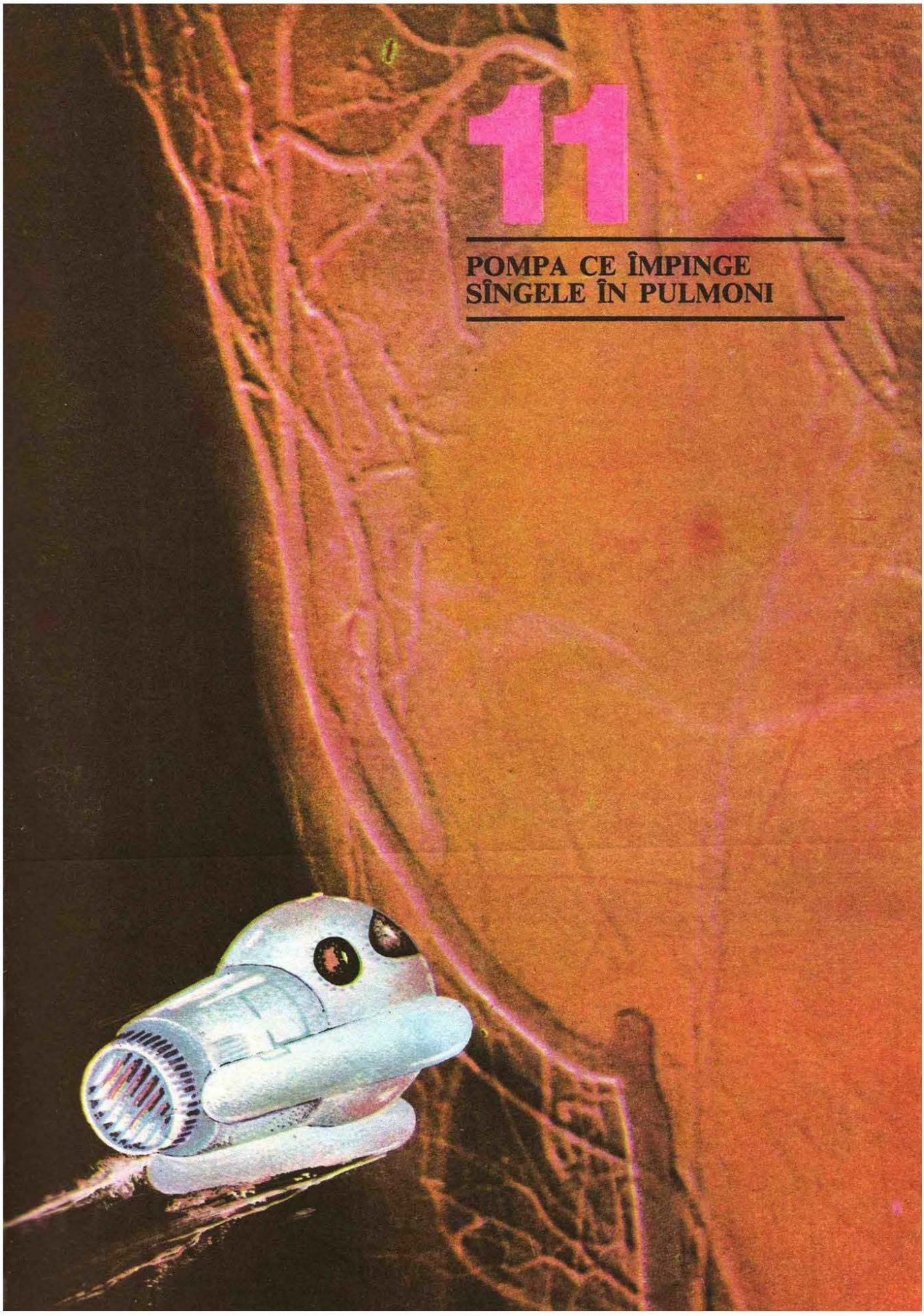
Pentru a mai demonstra aceste afirmații l-am rugat pe conducătorul tehnic al navei să mergem puțin în afara ganglionului limfatic. Am ieșit în vasul eferent și prin pereții acestuia am pătruns în țesutul conjunctiv al gîtului. Am dat în drumul nostru de foarte multe capilare limfatice pe care le-am văzut că își au originea între celulele țesuturilor conjunctiv, muscular, în țesuturile glandelor etc.

Am navigat prin limfă în lungul vaselor limfatice pînă ce am intrat într-o ramificație a venei subclaviculare stîngi și cu aceasta am ajuns în sînge. Viteza acestuia era foarte mare față de a limfei și Mircea a trebuit să ne orienteze nava înspre pereți pentru a circula cum vrem noi. Dar după cîteva minute am ajuns totuși în vena cavă superioară.

— Dragii mei, pregătiți-vă acum să intrăm în inimă. Despre ea știm multe, dar veți vedea și cîte nu știm!

11

POMPA CE ÎMPINGE SÎNGELE ÎN PULMONI



Nava noastră se lăsă antrenată de curentul de sînge şi în cîteva secunde ne găseam într-un spaţiu ai cărui pereţi se mişcau.

— Nu vă speriaţi, sîntem în *cavitatea auriculară* dreaptă a inimii.

— Eu am să urmăresc presiunea de afară, spuse Mircea. Am pornit din cavă cu o presiune negativă de —5 mm Hg; aşa se explică de ce am fost „aspiraţi" de curentul de sînge. Dar trebuia să ancorez undeva căci nu mai pot stăpîni uşor poziţia noastră fixă.

Ne-am lipit de un perete neregulat, care se mişca regulat.

— Sîntem pe partea internă a peretelui auricular; acesta este o formaţiune musculo-elastică, care tot la 8/10 secunde se contractă brusc, după cum simţim, împingînd sîngele „aspirat" înspre ventricul. Spaţiul auriculului este cam de 5 cm^3 cînd este contractat şi se goleşte şi de peste 100 cm^3 cînd este dilatat şi plin cu sînge. Mircea, fii bun şi urmăreşte presiunea din timpul contracţiunii.

— Cam zece mm Hg, veni răspunsul repede.

— Deci să rezumăm: sîngele din vena cavă intră în auricul din cauza împingerii lui de către restul sîngelui ce se varsă mereu în sistemul venos *(vis-a-tergo)* şi a aspiraţiei auriculare, cu o presiune negativă de 5 mm Hg. El umple spaţiul auricular cu peste 100 cm^3 sînge venos, iar cînd auriculul e plin se contractă şi sîngele este presat cu circa 10 mm Hg. Această presiune face ca sîngele să fie împins înspre un loc unde presiunea este mai mică şi acesta este spaţiul ventriculului drept, care se deschide la fiecare contracţiune auriculară.

Într-adevăr contracţiunea inimii întregi durează 8/10 de secundă, ceea ce face ca să avem 70 de bătăi cardiace pe minut. Acesta este ritmul normal al inimii unui adult care stă liniştit (şezînd).

— Auriculul, spuse Mircea, se contractă brusc, dezvoltînd o presiune de 10 mm Hg şi aceasta numai în timp de 1/10 secundă. Dar ce se întîmplă cu el în restul de 7/10 de secundă?

— Aţi văzut singuri că după contracţiunea bruscă, *auriculul* (i se spune şi *atriu*, mai ales de medici) se dilată încet şi se umple din nou cu peste 100 cm^3 de sînge, datorită venirii sîngelui din vena portă. Contracţiunea auriculului constituie sistola auriculară şi durează 1/10 de secundă, iar dilatarea lui corespunde perioadei de repaus sau diastolei ventriculare, care durează 7/10 de secundă.

— E clar, spuse Mircea, dar spune-mi ce este orificiul pe care îl vedem la baza peretelui auricular pe care stăm, de unde de asemenea vine sînge la fiecare dilatare auriculară?

— Ceea ce vezi este deschiderea *venei coronariene*, care aduce aici sîngele ce a irigat însuşi muşchiul cardiac. Are un diametru de circa 1 cm şi o valvulă (a lui Thébésius), care permite numai venirea sîngelui în auricul, nu şi înapoi, în timpul *sistolei auriculare*. Înţelegeţi că tot sîngele venos al corpului, cel care vine prin *vena cavă* (prin care am intrat şi noi) cît şi cel care irigă muşchiul inimii, se adună în auriculul drept. Acesta este un loc de dirijare a circulaţiei sanguine foarte important. Şi acum desprinde, te rog, Mircea, nava şi las-o cu grijă să fie antrenată de curentul de sînge al sistolei auriculare înspre ventricul. Dar ai grijă, ca imediat ce trecem prin valvulele auriculo-ventriculare drepte, să opreşti nava şi să o agăţi de unul din cordoanele muşchilor papilari.

Manevra s-a făcut cu toată atenţia şi iată-ne acum fixaţi de un cordon elastic care se mişca regulat în sus şi în jos, odată cu venirea sîngelui din auricul în noul spaţiu al ventriculului drept.

— După cum vedeţi spaţiul de aici este mai mare, ajungînd pînă la aproape 200 cm^3 şi la partea superioară este delimitat de *valvulele membranoase auriculo-ventriculare*. Ele sînt trei formaţiuni elastice, răsfrînte înspre ventricul care se deschid atunci cînd presiunea din auricul forţează trecerea sîngelui în ventricul; membranele numite *tricuspide* sînt legate înspre ventricul de nişte cordoane elastice, pe unul din ele stăm şi noi acum fixaţi; ele reprezintă tendoanele unor *muşchi* numiţi *papilari*, ce se prind pe peretele intern al ventriculului. Aceste cordoane elastice ale muşchilor papilari alcătuiesc nişte legături foarte solide ale valvulelor auriculo-ventriculare şi nu le lasă să proiecteze înspre auricul atunci cînd se produce contracţiunea ventriculară. Sîngele din ventricul, presat de contracţiunea pereţilor acestuia, ridică membranele valvulare sub formă de boltă pe care o susţin cordoanele muşchilor papilari. Numărul acestora este destul de mare, de peste 100 în fiecare ventricul astfel că înspre partea superioară a lui alcătuiesc ca o „pădure" de frînghii care leagă valvulele auriculo-ventriculare ca să le ţină boltite şi închise înspre auricul în timpul sistolei ventriculare.

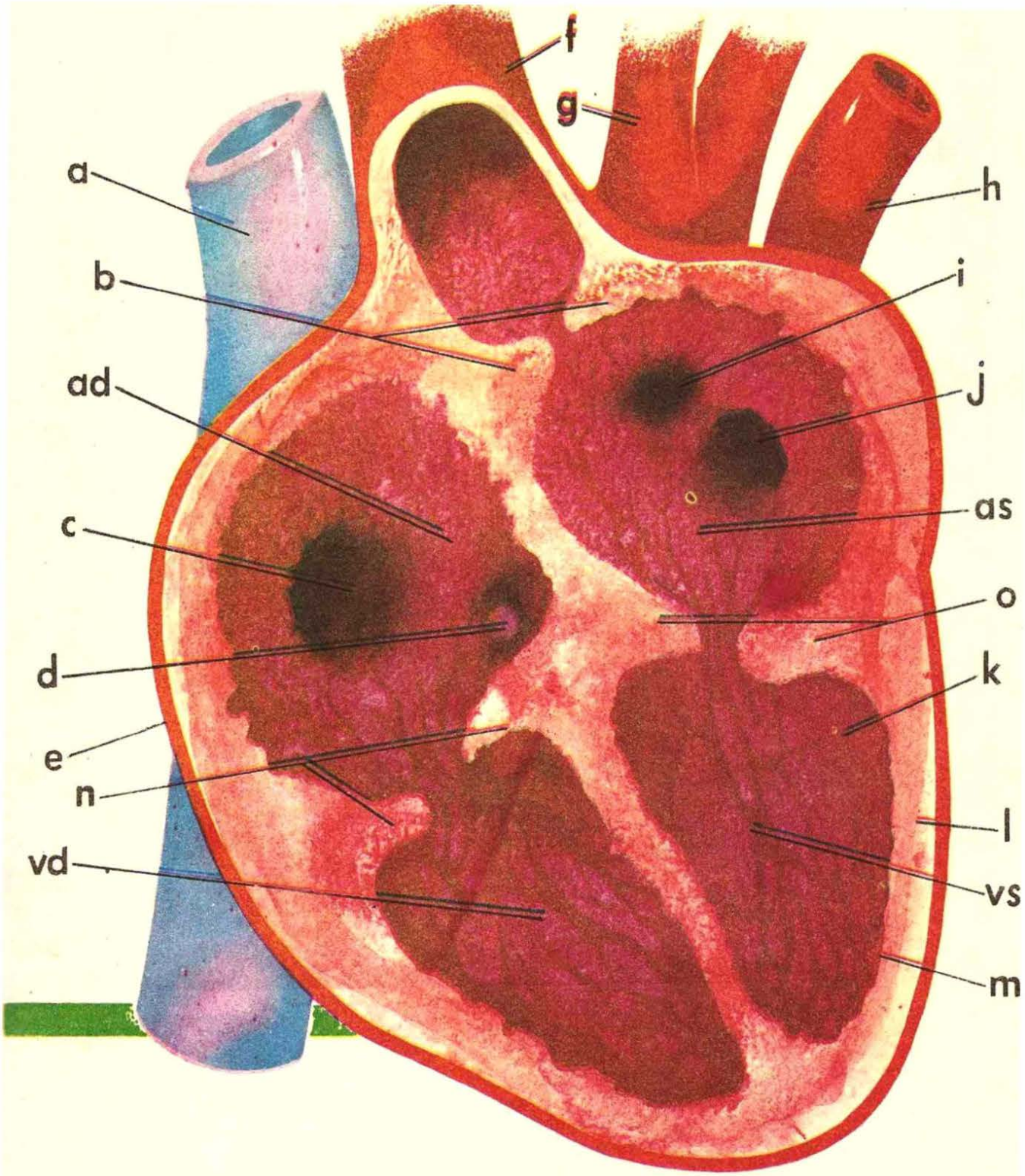
Pînă am spus toate acestea valvulele s-au închis şi deschis de mai multe ori şi presiunea în jurul nostru s-a schimbat tot de atîtea ori. Mircea urmărea atent variaţiile ei şi îi comunica lui Vişan valorile citite pe care acesta încerca să le pună în grafic.

— În timpul contracţiunii presiunea din interiorul ventriculului drept ajunge pînă la 38—40 mm Hg; în timpul destinderii lui scade la zero. Durata contracţiunii este de circa 3/10 de secundă, iar a destinderii de 5/10 de secundă. Dar e greu să urmăresc acest ritm, mai ales că aud şi nişte sunete ritmice, înregistrez o serie de variaţii de potenţial electric şi toate vin într-o regularitate care mă uimeşte.

— Mircea, ai dreptate. Şi mie mi-e greu ca în acest ritm să vă explic fenomenele din jur. Trebuie să lăsăm deocamdată fenomenele ce ne înconjoară să se desfăşoare după legile lor şi eu să vă explic cîte ceva din structura inimii ca să înţelegem apoi funcţionarea ei aşa de regulată.

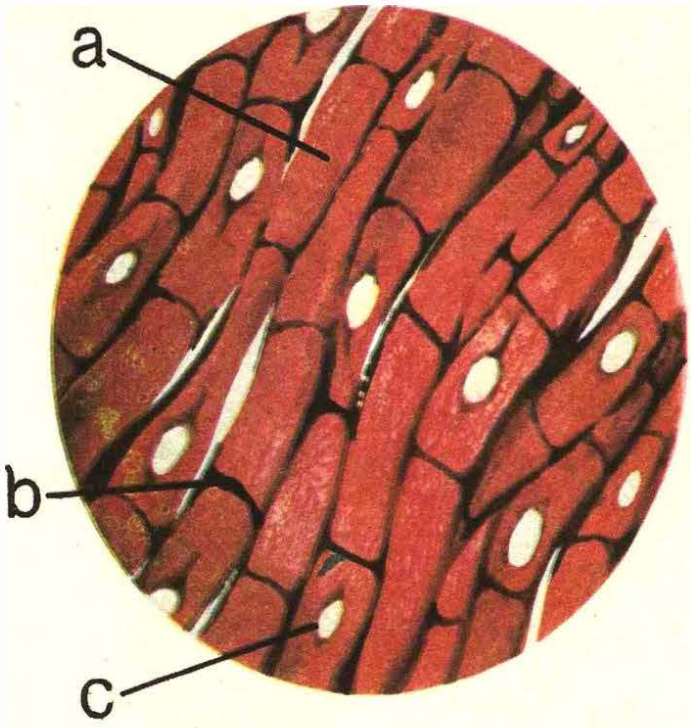
Vişan, din exterior, a fost de acord. Nici el nu putea figura în graficul lui, exact, succesiunea în timp a fenomenelor de presiune, de sunet, de variaţii electrice.

— Aşadar încep cu structura inimii, care după cum se ştie este alcătuită din patru încăperi: două auricule sus (drept şi stîng) şi două ventricule jos; cele stîngi sînt separate de cele drepte printr-un perete longitudinal interauricular şi interventricular. Prin



INIMA

ad. AURICULUL DREPT
as. AURICULUL STÎNG
vd. VENTRICULUL DREPT
vs. VENTRICULUL STÎNG
a. VENA CAVĂ SUPERIOARĂ
b. VALVELE AORTICE
c. ORIFICIUL VENEI CAVĂ
d. ORIFICIUL VENEI CORONARIENE
e. PERICARD
f. ARTERĂ AORTĂ
g. VENE PULMONARE
h. AORTĂ
i. ORIFICIUL VENEI PULMONARE
j. ORIFICIUL AORTEI
k. MUȘCHI PAPILARI CU CORDOANE
l. MIOCARD
m. ENDOCARD
n. VALVA
o. VALVA



FIBRELE MUȘCHIULUI INIMII

a. FIBRĂ MUSCULARĂ
b. DISCURI DE INTERCALARE
c. NUCLEI

acest perete trece, de la auricule pînă la capătul ventriculelor, un țesut foarte excitabil, numit *nodal*, asupra căruia am să revin la funcționarea inimii. Mușchiul inimii este format dintr-o rețea de fibre ce se leagă unele de altele și în ochiurile căreia se găsesc capilare, nervi, limfatice etc. Datorită felului cum se leagă fibrele musculare unele de altele mușchiul inimii se poate contracta deodată. Grosimea lui este mai mare în ventriculul stîng, care și dezvoltă o presiune mai mare asupra masei de sînge (de 150 mm Hg) decît în ventriculul drept care nu exercită decît o presiune de 40—50 mm Hg.

Valvulele auriculo-ventriculare, care separă auriculele de ventricule, sînt niște membrane elastice prinse de cordoanele mușchilor papilari, de care am vorbit. Cînd ventriculul se contractă, membranele valvulelor se boltesc înspre auricule închizînd complet deschiderea înspre auricule. În cazuri de leziuni ele pot să nu se închidă complet și o parte din sîngele împins din auricule în ventricul poate să refluează. În acest caz inima nu lucrează cu întreaga ei capacitate, cantitatea de sînge împinsă de ventricule în aortă (și artera pulmonară) e mai mică decît trebuie și există insuficiențe circulatorii, a căror gravitate depinde de gradul de deschidere a valvulelor. Se vorbește în acest caz de insuficiențe valvulare (*tricuspidă* la inima dreaptă, *bicuspidă* sau mitrală la inima stîngă; aceasta din urmă e cea mai gravă). Aceste insuficiențe sînt defecțiuni anatomice și nu pot fi corectate decît prin operații pe cord.

— Nu se aud aceste insuficiențe valvulare ca un suflu atunci cînd se ascultă inima? întreabă Vișan. Mama a avut o astfel de boală și medicii spuneau că nu se închide bine inima și din această cauză ea obosea foarte repede.

— De cînd medicina se ocupă obligator și periodic de sănătatea oamenilor s-au constatat nu puține astfel de insuficiențe valvulare, dar ele se pot opera în institute speciale.

— Apropo! spune-ne cum se face o operație pe inimă. Trebuie să fie o treabă afurisit de grea!

— În primul rînd inima trebuie oprită sau aproape oprită să se contracte. Acest lucru se obține răcind pacientul, adică trecînd sîngele lui prin dispozitive de răcire astfel ca temperatura lui să ajungă pînă la +20°C. La această temperatură întreaga activitate a omului este foarte redusă: sistemul nervos nu mai conduce influxul nervos, metabolismul este foarte scăzut, consumul de oxigen este mai puțin de a zecea parte decît la temperatura de +37°, iar inima nu mai bate decît o dată la un minut. În aceste condițiuni cavitatea toracică poate fi deschisă. inima luată în mînă, tăiată, cusută și pusă apoi la loc. După închiderea cuștii toracice sîngele se încălzește treptat și se revine la normal. Lucrurile sînt bineînțeles mai complicate, dar cam așa este în rezumat procedeul operațiilor pe inimă. Oricare ar fi ele, intervenția necesită răcirea bolnavului pînă la +20°, ca să se încetinească toată activitatea metabolică a omului. Asta am învățat-o de la animalele hibernante, care în timpul iernii se ascund prin grote, poduri, găuri în pămînt, în care temperatura lor scade pînă pe la +5° și astfel liliacul de la 120 bătăi de inimă pe minut ajunge la două pe minut ș.a.m.d. Procedeul de hibernare artificială, pe care omul îl face asupra bolnavilor cu intervenții cardiace, animalele îl foloseau de milioane de ani.

— Mereu am spus eu că avem multe de învățat de la animale, zise Vișan, și multă lume m-a luat chiar în rîs. Dar văd că este perfect adevărat și nu e nici o rușine în asta.

— Dar să revenim la inimă. Mușchiul cardiac contractîndu-se produce o presiune asupra sîngelui din interiorul cavităților sale, care este împins numai în direcțiile permise de deschiderea valvulelor: valvulele auriculo-ventriculare (sau atrio-ventriculare) între auricule și ventricule, valvulele sigmoide între ventricul și arterele care ies din inimă: pulmonară din inima dreaptă, aortă din inima stîngă.

— Și acolo sînt valvule membranoase?

— Sînt ca niște pungi mici care se depărtează numai cînd sîngele cu presiune mare (150 mm Hg în ventriculul stîng; 40 mm Hg în cel drept) le deschide și intră în aceste vase. Dar de îndată ce presiunea intraventriculară scade (sub 50 în ventriculul stîng și pînă la zero în cel drept), valvulele sigmoide se destind sub presiunea sîngelui din artere și închid orificiul acestora spre ventricule.

— Așadar mușchiul cardiac prin contracțiune provoacă presiunea, iar valvulele direcționează sîngele, spuse concis Mircea.

— Perfect spus, bravo Mircea. Dar încă nu am

terminat. Auziți niște pocnete regulate în timpul contracțiunii inimii. Să încercăm să le localizăm. Rog pe Vișan să însemne pe graficul lui momentul cînd le aude. Eu am să îi indic cu bătaia în masă. Așa deci, unul se produce în momentul cînd începe contracțiunea ventriculului, iar celălalt în momentul cînd aceasta se termină. Primul deci între 1 și 2/10, al doilea în momentul celei de a 4/10 de secundă. Între ele există o diferență de tonalitate; cel dintîi este mat, difuz, cel de al doilea este precis și scurt. Înregistrarea lor pe graficul cardiogramei se mai numește și fonogramă.

— Cine le produce ? întreabă Vișan de afară.

— Primul (care nouă ni se pare al doilea) este dat de vibrația întregului mușchi cardiac cînd intră deodată în contracțiune: al doilea de închiderea valvulelor sigmoide, atunci cînd sîngele din ventricule a fost împins în artere și cînd ventriculul se relaxează fiind golit de sînge, presiunea din interiorul lui scade și sîngele din artere presează înspre ventricul închizînd valvulele ca niște cupe ce se boltesc spre ventricul.

— Este clar, spuse Mircea, care vedeam că așteaptă să întrebe ceva. Dar variațiile electrice pe care le înregistrez ca niște unde bifazice, cui se datoresc și cînd apar.

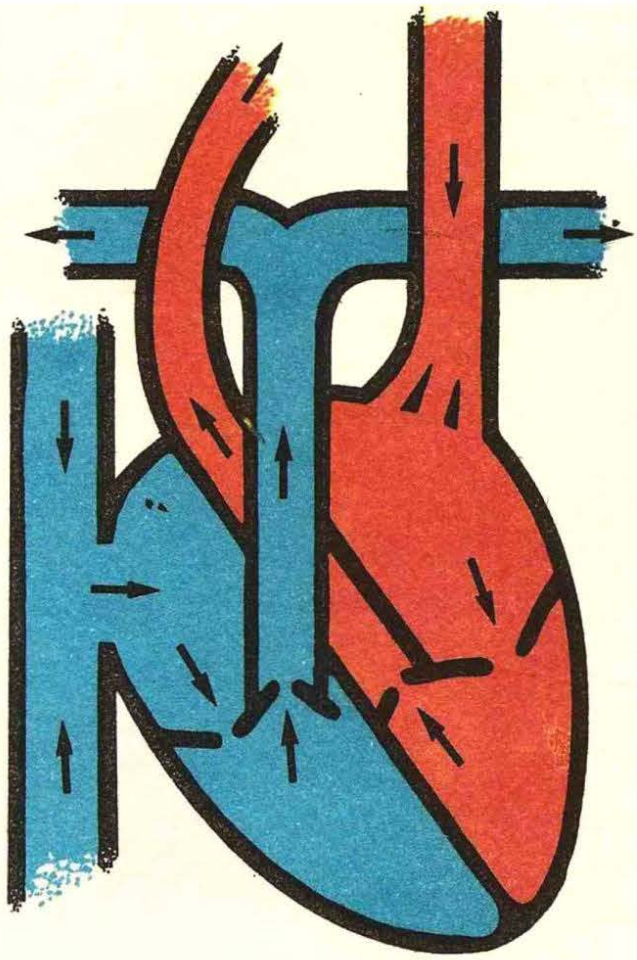
— Pentru asta te rog să observi cînd se produc și să îi faci semn lui Vișan, ca să marcheze pe cardiograma lui momentele și, dacă se poate, forma variațiilor electrice de pe ecranul osciloscopului.

După ce s-a marcat locul, a trebuit să reproduc eu forma variațiilor electrice; înregistrate, ele constituie *electrocardiograma (ECG)* care se face atît de obișnuit azi în spitale la oamenii care suferă de inimă. Vișan a reprodus exact forma acestor variații și acum graficul fenomenelor cardiace era gata și îl putem interpreta în ansamblu.

— Dragi amici, mai permiteți-mi să reprezint pe graficul lui Vișan și variația volumului inimii, cît și schematic momentele principale ale fenomenelor. Toate în funcție de timp, adică de zecimi de secundă. Vedeți că durata de contracțiune a auriculului este de 1/10, iar a ventriculului de 3/10; în total deci inima se contractă 4/10 de secundă și stă (se odihnește) tot 4/10 de secundă, căci totalitatea fenomenelor ce se petrec în timpul contracției ei durează 8/10 de secundă, cum am măsurat deja. O astfel de fenomenologie se numește o revoluție cardiacă și iată cum s-ar prezenta ea dacă am reprezenta măcar două revoluții cardiace succesive.

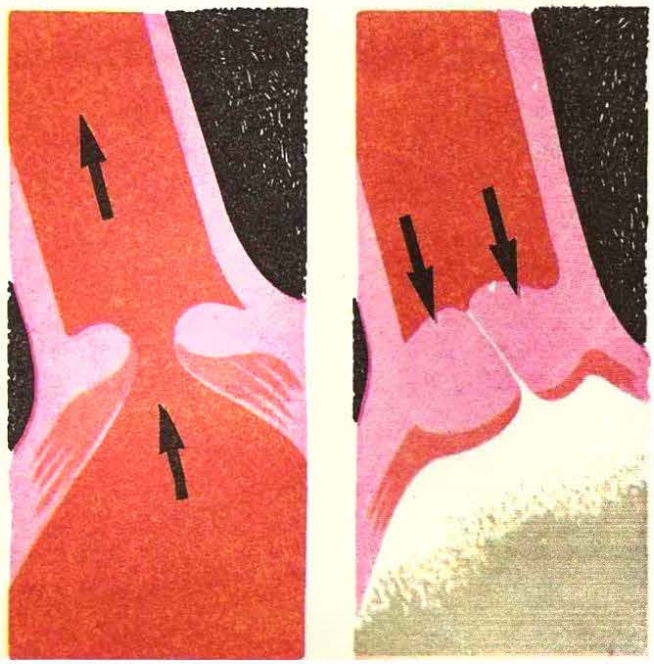
— Nu mi-ai răspuns la originea variațiilor electrice, îmi atrase atenția Mircea.

— Acum cînd avem tabloul complet al fenomenelor unei revoluții cardiace îmi este mai ușor să răspund. Dar trebuie ca, în prealabil, să vă reamintesc de țesutul nodal, care este de tip embrionar, foarte excitabil și care formează în inima noastră un fel de conductor al variațiilor de potențial. O undă electrică mică și pozitivă ia naștere în timpul contracțiunii auriculare; ea este desemnată în ECG cu litera *P*, apoi apare o altă variație slabă negativă, denumită *Q*, urmată imediat de o undă pozitivă



MUȘCHIUL CARDIAC SE CONTRACTĂ ȘI PRESEAZĂ VALVULELE DETERMINÎND DIRECȚIA CIRCULAȚIEI PRIN INIMĂ

SISTOLA ȘI DIASTOLA VENTRICULARĂ



puternică *R*, ce trece în alta negativă *S* tot aşa de puternică. Toate aceste variaţii se produc la începutul contracţiei auriculare şi ventriculare; la sfîrşitul acesteia aproape coincizînd cu închiderea valvulelor sigmoide apare o altă undă lentă şi pozitivă, numită unda *T* şi apoi se revine la starea neutră pînă la o nouă revoluţie cardiacă. Urmărind fenomenele electrice în interiorul inimii constatăm că ele se pot profila pe traiectul ţesutului nodal, care începe în pereţii venei cave, la contactul ei cu auriculul drept; aici se găseşte un nod de ţesut embrionar numit *nodul Keith-Flack;* un alt nod se găseşte în peretele interauricular (cam acolo unde am stat noi cînd am intrat în inimă), numit *nodul Aschoff-Tawara;* acesta se continuă în jos prin peretele interventricular, unde se separă în două ramuri. Sînt *fasciculele lui His* ce se răspîndesc în ţesutul muscular al celor două ventricule sub forma unei reţele de fibre embrionare, numită *reţeaua lui Purkinje* (după autorii care le-au descoperit). Proiectez acum pe figura cu acest ţesut nodal literele care corespund ECG. Sensul în care se propagă diferenţele de potenţial, un adevărat curent electric, este deci de la vena cavă spre vîrful muşchiului cardiac, adică sensul în care se contractă succesiv diferitele formaţiuni musculare: auricul, apoi ventricul. Este şi „unda de excitaţie" care menţine cu exactitate fenomenele revoluţiei cardiace.

— Deci impulsul de contracţiune a inimii porneşte de la excitarea auriculară, spuse Mircea. Dar pe aceasta cine o determină?

— Am să vă vorbesc acum despre ceea ce se numeşte automatismul inimii. Dacă scoatem o inimă de broască şi o punem într-o instalaţie specială de perfuzie, cu o soluţie de săruri potrivită care intră în inimă cu o anumită presiune, putem să păstrăm activitatea acesteia multă vreme. Profesorul meu, Aristide Grădinescu, împreună cu maestrul său, Ion Athanasiu, au putut menţine în funcţiune o astfel de inimă, scoasă din corpul unei broaşte, 33 de zile. Şi inima omului poate să se contracte un timp de cîteva ore dacă e scoasă imediat după moarte şi pusă în instalaţii speciale de perfuzie. Aici se întîmplă un fenomen foarte curios. În timpul contracţiunii muşchiul cardiac consumă substanţe energetice, glucoză de obicei, dar dacă aceasta lipseşte poate consuma acid piruvic (produsul de degradare al glucozei folosite de un organ şi vărsat în sînge) sau chiar acizi graşi, care se găsesc aproape întotdeauna în sînge. Prin desfacerea acestora de către ţesutul cardiac apar o serie de produşi de degradare, care, fiind luaţi de sînge şi duşi prin arterele coronariene în toată inima, ajung şi la nodul Keith-Flack, determinînd excitaţia acestuia; prin ţesutul nodal excitaţia se propagă apoi în lungul acestuia punînd inima în revoluţie cardiacă. Este un fenomen căruia i s-a dat numele de *automatism*, cu toate că, precum vedeţi, el este bine determinat.

— Adică produşii de catabolism ai inimii ce rezultă dintr-o contracţiune devin excitanţii unei noi contracţiuni? întrebă Vişan.

— Ai spus exact ce trebuie şi aşa este. Acelaşi fenomen se produce şi în mişcările „spontane" ale intestinului subţire pus într-o baie de organe. Automatismul acesta nu are deci nimic miraculos în el şi numai numele i-a rămas de pe vremea cînd încă nu se cunoşteau toate aceste fenomene strict determinate care se petrec întotdeauna în organism.

— Ce înseamnă „baie de organe"? întrebă Vişan.

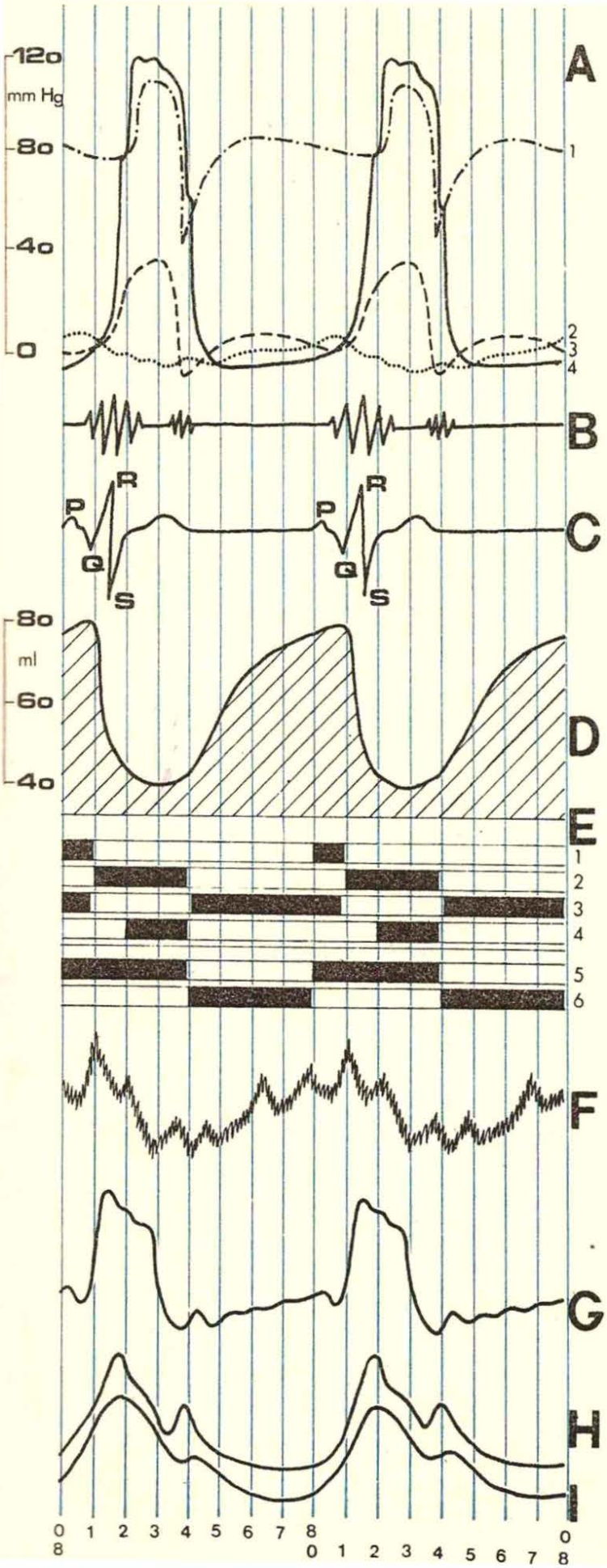
— Este un dispozitiv în care organul cercetat (inimă, intestin) este pus într-un lichid de componenţă cît mai asemănătoare cu sîngele care îl irigă şi la o temperatură corespunzătoare organismului de la care provine organul. În laboratoare se folosesc curent astfel de instalaţii pentru a studia activitatea organelor în afara corpului, adică „in vitro", cum se numeşte fenomenul.

— Iar lichidul ce este?

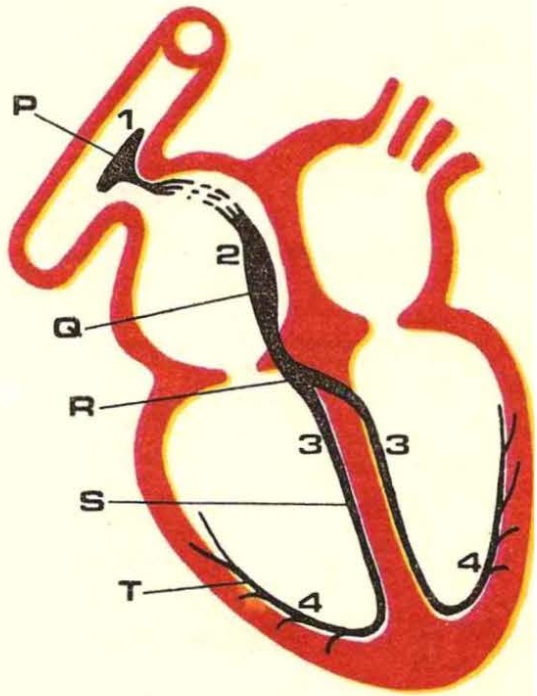
— Este necesar ca lichidul acesta să conţină săruri minerale care să îi dea o anumită valoare osmotică, dar şi substanţe coloidale care să corespundă prezenţei proteinelor din sînge. Dar nu numai valoarea osmotică a sărurilor este importantă, ci mai însemnată este proporţia în care diferitele elemente minerale intră în componenţa acestui lichid de perfuzie sau de baie. Încă din 1883 Ringer a arătat că inima de broască nu poate funcţiona continuu dacă este pusă într-o soluţie izotonică de 9 g la litru clorură de sodiu (soluţie pe care încă unii medici o numesc „ser fiziologic"). După cîteva contracţiuni inima se opreşte în stare de relaxare, în *diastolă.* Dacă acum îi adăugăm puţină clorură de calciu inima îşi reia activitatea, dar după un alt timp se opreşte în stare contractată, în *sistolă;* şi numai dacă îi adăugăm şi clorură de potasiu ea îşi reia activitatea normală. Aşadar, este necesară prezenţa simultană a celor trei cationi: Na, Ca şi K, dar într-o anumită proporţie, care este cea a proporţiei acestor elemente în apa mării: la circa 100 ioni de Na sînt 3 de Ca şi 4 de K. Această proporţie este necesară pentru că între cationii consideraţi există acţiuni funcţionale antagoniste: Na şi K excită, Ca inhibă activitatea inimii. Raportul între cationii excitanţi şi cei inhibanţi are în acest caz o valoare de 34,6 şi inima de broască nu poate funcţiona normal decît la această valoare. Eu am descris, în 1958, rolul acestor raporturi între ionii cu acţiuni antagoniste şi raportului i-am dat numele de *rhopie* (din grecescul *rhope* = echilibru), adică este necesar ca între suma valorilor cationilor excitanţi şi a celor inhibanţi să existe o anumită valoare, care să constituie pentru funcţionarea organului respectiv un factor de mediu, tot aşa de important ca şi temperatura, concentraţia moleculară, umiditatea etc.

— Deci activitatea inimii depinde nu numai de inervaţia ei proprie sau de influenţa celei externe, ci şi de componenţa lichidului care o străbate. Dar atunci de ce inima uneori bate mai repede, alteori mai încet, sau apar chiar bătăi suplimentare neregulate, *extrasistole*, pe care mărturisesc că şi eu le-am simţit uneori, spuse Mircea.

— Mircea, ai pus o întrebare la al cărei răspuns voiam să ajung acum. Ia să facem o experienţă. Vişan, strig eu, fii atent că în plafonul camerei tale se aude ceva !...



A. 1. PRESIUNEA ÎN AORTĂ
2. PRESIUNEA ÎN AURICULUL STÎNG
3. PRESIUNEA ÎN VENTRICULUL DREPT
4. PRESIUNEA ÎN VENTRICULUL STÎNG
B. FONOCARDIOGRAMĂ
C. ELECTROCARDIOGRAMĂ (ECG)
D. VARIAȚIA VOLUMULUI INIMII
E. 1. CONTRACȚIA AURICULULUI
2. CONTRACȚIA VENTRICULULUI
3. CONTRACȚIA VALVULEI AURICULOVENTRICULARE
4. CONTRACȚIA VALVULEI SIGMOIDE
5. CONTRACȚIA INIMII ÎN TOTALITATE
6. REPAUS

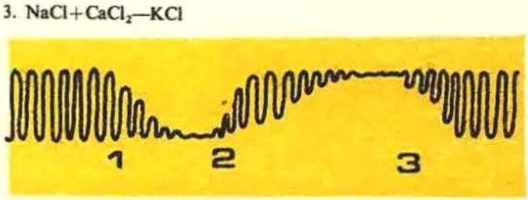


P, Q, R, S, T. VARIAȚIILE DE POTENȚIAL ALE INIMII ÎN TIMPUL UNEI REVOLUȚII

1. NODUL KEITH-FLACK
2. NODUL ASCHOFF-TAWARA
3. FASCICULELE LUI HIS
4. REȚEAUA LUI PURKINJE

ACTIVITATEA INIMII „IN VITRO"

1. NaCl
2. $NaCl + CaCl_2$
3. $NaCl + CaCl_2 — KCl$



Vişan tresare, se ridică şi examinează plafonul cu multă atenţie. În acest timp i-am făcut semn lui Mircea să numere pulsul.

— Optzeci şi opt!

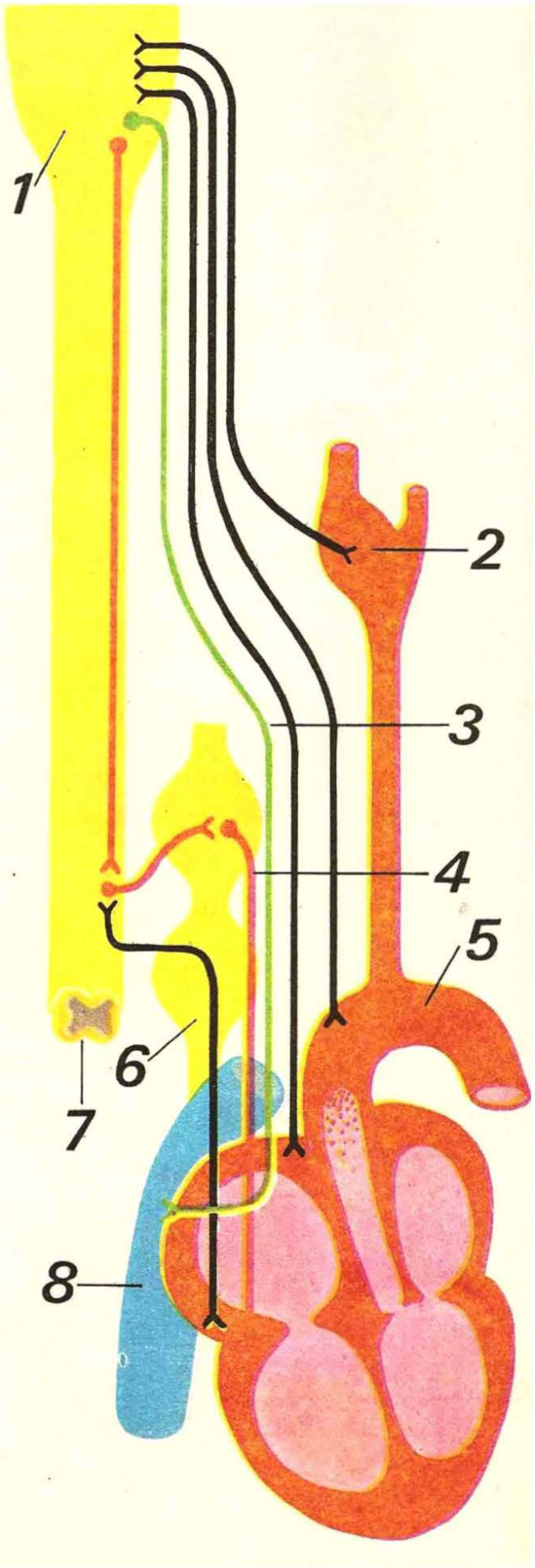
— Iată experienţa. Vişan a fost avertizat de ceva şi întregul lui organism, inclusiv circulaţia sîngelui, s-a activat prin mărirea numărului de contracţiuni cardiace. Adică o cauză externă inimii a determinat accelerarea ritmului acesteia. Inima are o inervaţie ce vine fie de la sistemul nervos simpatic, fie de la sistemul nervos parasimpatic. Inima este deci un organ S+P—. Reglarea contracţiunilor ei se face de un centru situat în bulb, care poate fi influenţat de mai sus, adică de scoarţa cerebrală (dacă ne gîndim la ceva rău inima se accelerează), dar reglarea ei se produce mai ales pe seama unor excitaţiuni de presiune sau de conţinut de CO_2 din sînge. Cercetările au arătat că în *artera carotidă* (sinusul carotidian), în crosa aortică şi în însăşi structura auriculară, există nişte formaţiuni sensibile la presiune (presoceptori) sau la variaţia componenţei chimice (chemoceptori) ai sîngelui. Dacă ele sînt excitate (prin scăderea presiunii arteriale în urma unei hemoragii, de exemplu) atunci se determină în mod reflex fenomenele care duc la înlăturarea excitaţiunii (se produce accelerarea inimii şi paralel vasoconstricţia arteriolelor, capilarelor). Invers se petrec lucrurile în cazul creşterii presiunii în urma unei activităţi musculare intense. Aşadar activitatea inimii este o funcţie care în repaus este determinată de „automatismul ei", iar atunci cînd se face un efort intervine inervaţia extrinsecă, care determină fie accelerarea, fie încetinirea inimii (şi prin aceasta a presiunii sîngelui arterial).

— Dacă am înţeles bine, acest reglaj este datorat unor fenomene de feed-back, de informaţii reciproce a centrilor nervoşi bulbari care supraveghează activitatea inimii, adaptînd-o în orice moment la nevoile organismului.

— Da, Mircea, ai înţeles exact cum stau lucrurile şi vezi că principiile de autoreglare se bazează şi în organism pe aceleaşi fenomene ca şi în maşinile cibernetice, adică pe informaţia inversă.

— Dar ştiu că am întîrziat mult în studiul inimii. Ce ar fi să mergem şi mai departe?

— Aş mai avea cîteva nelămuriri. Am cunoscut la om activitatea inimii. Dar ea există la toate animalele. Am avut odată o vrabie în mînă şi îmi părea că inima ei bătea ca un tremurat de diapazon. De ce depinde numărul bătăilor cardiace?



1. BULB
2. SINUS CAROTIDIAN
3. FIBRE PARASIMPATICE (P-)
4. FIBRE SIMPATICE
5. CROSA AORTICĂ
6. GANGLIONI CERVICALI
7. MĂDUVA
8. VENA CAVĂ

— De mulți factori. În primul rînd depinde de talie: la nou-născut inima bate de 100 ori pe minut, la bătrîn de 55 de ori. Apoi depinde de poziția pe care o are omul: culcat, șezînd sau în picioare; de felul cum se mișcă: umblet, fugă; depinde de altitudinea la care se găsește: la mare sau la munte; depinde de starea sa emoțională. Și la animale sînt aceleași cauze: la cele mici (șoareci) numărul bătăilor poate fi de peste 150, la elefant de 20.

— Dar de ce la taliile mici numărul bătăilor de inimă este mai mare decît la taliile mari? întrebă Vișan.

— Fenomenul este legat de nevoile circulatorii, care sînt cu atît mai mari cu cît talia este mai mică, respectiv cu cît pierderea de căldură spre exterior este mai mare. Raportul dintre greutatea și suprafața corpului este cu atît mai mare cu cît talia e mai mică, iar de valoarea acestui raport depinde pierderea de căldură care este proporțională cu acest raport. Iar ca să compensați pierderile de căldură trebuie un metabolism mai intens, o circulație mai intensă și deci un număr de contracțiuni cardiace mai mare.

— În fond, cît sînge circulă prin inima noastră în timp de o viață? Trebuie să fie cantități uriașe! spuse Mircea.

— Se poate face un calcul simplu și destul de adevărat. Dacă un ventricul are o capacitate medie de 70 cm^3 și inima se contractă de 72 ori pe minut înseamnă că în acest timp prin ea trece o cantitate de 5 litri de sînge. Într-o oră: 5×60, adică 300 litri, iar într-o zi: 300×24 deci 7 200 litri; într-un an: 2 628 000 litri, iar într-o viață de 70 de ani: 183 960 000 litri, adică cît este capacitatea unui rezervor de petrol de aproape 200 000 tone.

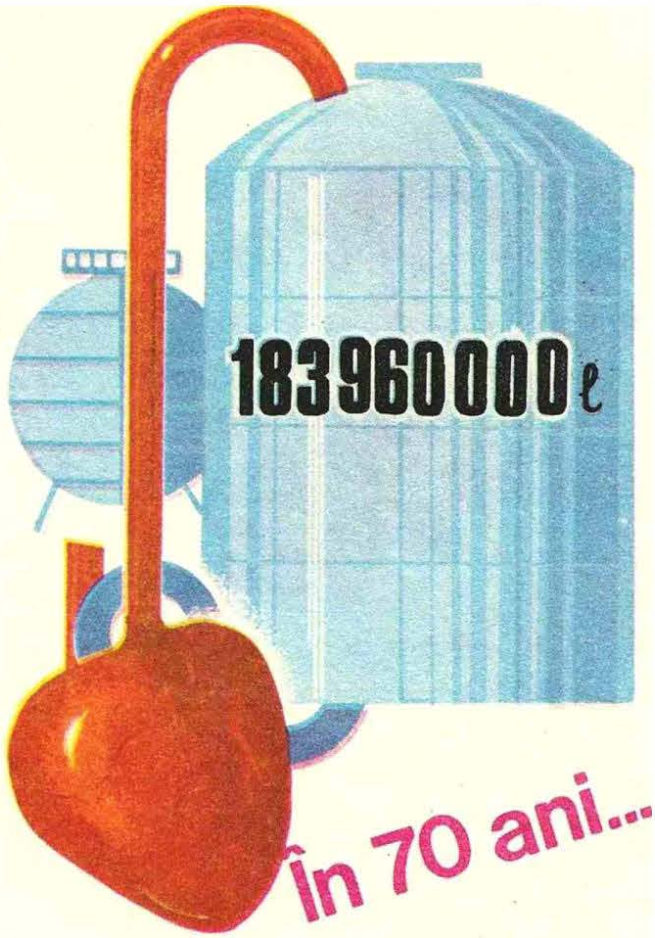
— Este fantastică această cantitate. Dar pentru a o împinge în artere inima trebuie să cheltuiască multă energie. Se poate calcula aceasta? întrebă Mircea.

— Acum că știm cantitatea de sînge ce trece prin inimă, nici nu e așa de greu să calculăm și energia cheltuită pentru aceasta. Valoarea travaliului *(Tr)*, realizat de o forță *F*, care deplasează un obiect din *a* la *b* împotriva unei „rezistențe" este egal cu produsul $F \times ab$. Contracțiunea ventriculară trebuie să învingă rezistența pe care o opune sîngele cu presiunea lui în artere. Aceasta este de 150 mm Hg în aortă și de 40 mm Hg în artera pulmonară. Calculele arată că la fiecare sistolă se face un travaliu mecanic de 0,0952 kgm, iar la un minut de 7,5 kgm, aproape 13 000 kgm pe zi, ceea ce însemnează a ridica 130 kg la 100 m, sau doi oameni de cîte 65 kg la 100 m înălțime. Acest travaliu reprezintă o cheltuială de energie de aproape 300 calorii mari pe zi.

— Încerc să înțeleg de ce inima poate face un astfel de travaliu o viață întreagă, spuse Mircea. Ea se odihnește cît și lucrează, adică are un regim de lucru optim și constant.

— Dar, haidem să mergem mai departe. Am zăbovit cam mult la inimă.

— Da, dar am aflat lucruri extrem de interesante și ne-am explicat o mulțime de lucruri pe care nu le știam, așa că personal nu consider că am pierdut



timpul, spuse Mircea.

— Nu am vrut să spun asta, ci că o să mai avem ocazia să trecem prin inimă — prin inima stîngă şi acolo ne vom mai lămuri unele fenomene. Totuşi nu uitaţi că stăm aici de aproape cinci ore şi ar trebui să mîncăm ceva înainte de a ajunge în pulmoni.

Toţi au fost de acord şi am mîncat fiecare ce am avut, luînd apoi o cafea caldă care ne-a remontat. Se făcuse ceasul trei după-amiază cînd am pornit mai departe.

— Mircea, te rog, desprinde nava noastră şi las-o încet să intre în curentul de sînge. Fiţi atenţi că vom trece printre valvulele sigmoide ale arterei pulmonare şi vom fi antrenaţi spre pulmoni. În acest drum nu sînt prea multe de văzut, aşa că vom fi atenţi numai cînd ajungem în pulmon. Să ne oprim, acolo, într-un capilar dintr-o alveolă pulmonară, ca să urmărim cum se face schimbul de gaze dintre sînge şi aerul respirator.

După ce nava s-a desprins de pe cordonul muşchiului papilar de care a fost ancorată, am fost răsturnaţi în toate părţile, noroc că noi ne-am legat de paturi şi într-o străfulgerare de lumină am văzut cum tremurau membranele valvulelor sigmoide atunci cînd am trecut din ventricul în artera pulmonară. Aici apoi totul a mers mai liniştit. Mircea a stabilizat nava prin frînele magnetice şi noi înaintam la început sacadat, apoi tot mai uniform spre vase din ce în ce mai strîmte. La un moment dat Mircea ne înştiinţă că presiunea externă a scăzut la zero. L-am rugat să oprească şi să ancoreze nava ca să ne dăm seama unde sîntem.

12

UNDE SÎNGELE SE ÎNTÎLNEŞTE CU AERUL

Am aprins toate luminile şi am constatat că eram prinşi de un perete al unui capilar de sub epiteliul respirator pulmonar. Sîngele trecea încet, dar nu regulat; nava oscila însă regulat înspre şi dinspre peretele epiteliului ce era deasupra noastră.

— Presiunea, Mircea! am spus imediat.

— Cea a sîngelui este slabă, de 15 mm Hg, dar sîntem împinşi dinspre spaţiul de deasupra epiteliului respirator înspre partea cealaltă cu o presiune ce ajunge treptat la 11 mm Hg, apoi aceasta se pierde tot treptat, dar variaţia de presiune se repetă cu o regularitate tot la 3—4 secunde.

— Ca să înţelegem totul trebuie să vă spun că dincolo de epiteliul respirator este spaţiul unei alveole pulmonare, în care vine regulat aer prin inspiraţie, cînd creşte presiunea citită de Mircea şi apoi aerul este eliminat în parte prin expiraţie şi presiunea scade; acest ritm al variaţiei de presiune este ritmul respirator, care cum ştiţi este de 18 pe minut.

— Cît sînge circulă prin *pulmon?* întrebă Vişan.

— Calculele arată că el depinde de minut-volumul inimii, adică de capacitatea ventriculului drept înmulţită cu numărul bătăilor pe minut. Dar în orice moment se găsesc în pulmoni peste 1 000 cm^3 de sînge, din care 60% în *pulmonul drept*, care are 3 *lobi*, şi 40% în *pulmonul stîng*, care are numai 2 lobi, din cauză că în spaţiul lui se găseşte şi inima.

— Îl rog acum pe Vişan să facă următoarele: întîi să îşi reţină respiraţia timp de 30 secunde, apoi să facă o inspiraţie profundă şi să reţină aerul circa 10 secunde, după care să facă o expiraţie cît poate de adîncă şi să rămînă aşa alte 10 secunde. Pe urmă să revină la respiraţia sa normală. Pe Mircea îl rog să urmărească presiunea din jurul nostru.

Mircea era atent la aparatele de bord.

— Acum presiunea nu se mai modifică; este de 12 mm Hg. Vişan îşi reţine respiraţia; acum presiunea creşte treptat, dar ajunge la 30 mm Hg şi rămîne ca atare 10 secunde, apoi scade treptat şi ajunge negativă la —10 mm Hg rămînînd aşa 10 secunde. Da! este clar că variaţiile acestea de presiune sînt date de fenomenul de inspiraţie şi expiraţie.

— Am înţeles că din cauza diferenţelor de presiune în alveole aerul intră şi iese din pulmoni. Dar cine determină aceste variaţii de presiune? întrebă Vişan. Cred că musculatura inspiraţiei şi a expiraţiei.

— În bună parte ai dreptate. Cînd inspirăm,

dimensiunile cuştii toracice se măresc: jos, prin contracţiunea diafragmei, care face să proemineze spre exterior masa viscerală a abdomenului, lateral şi antero-posterior, prin contracţiunea muşchilor inspiratori (supracostali, scaleni şi intercostali externi), care ridică coastele împreună cu sternul de care acestea sînt prinse în partea anterioară, ele putînd să se rotească în locul în care sînt prinse de coloana vertebrală.

— Şi prin contracţiunea tuturor acestor muşchi se măreşte volumul cuştii toracice, iar în interiorul pulmonului se produce o depresiune care face ca aerul de la exterior să intre în pulmoni, spuse Mircea.

— Perfect, aşa este şi acesta este actul inspiraţiei. Aş vrea numai să adaug că pulmonii sînt învelişi de *pleură*, numită *viscerală*, adică de o foiţă seroasă ce aderă intim de suprafaţa lor externă, iar cuşca toracică este căptuşită cu o altă *pleură*, numită *parietală*, şi că între aceste două pleure există o cantitate foarte mică de lichid care permite doar ca ele să alunece uşor una pe cealaltă. Cînd cuşca toracică îşi măreşte volumul ea antrenează şi pleura parietală după ea, între pleure se face un fel de „vid" astfel că pleura parietală trage după ea pleura viscerală şi deci dilată pulmonii. Actul inspirator este activ şi se cheltuieşte o cantitate determinată de energie. De altfel ne putem da uşor seama de aceasta dacă sîntem atenţi la o inspiraţie. Nu simţiţi că facem un efort ca să mărim cuşca toracică?

— Şi expiraţia cum se face?

— Aici sub capilarul în care ne găsim există un ţesut conjunctiv de tip elastic, alcătuit din fibre lungi care se întretaie în toate direcţiile în structura pulmonului. Cînd încetează contracţia muşchilor inspiratori şi pulmonul este destins în aceste fibre se înmagazinează o cantitate de energie, care în momentul cînd se opreşte inspiraţia trag ţesutul pulmonar spre starea lui normală. Expiraţia este datorită deci elasticităţii pulmonului care presează aerul alveolar şi mărind presiunea în interior îl face ca el să iasă spre exterior.

Dar cînd am făcut expiraţia forţată de adineaori, spuse Vişan, am simţit că mi-am încordat muşchii.

— Sigur că da! În expiraţia forţată cuşca toracică se micşorează mult mai mult decît în mod normal. Ea forţează o bună parte a aerului alveolar să iasă la exterior. Pentru aceasta muşchii presează asupra pulmonului şi aceştia sînt intercostalii interni, prin a căror contracţiune coastele sînt chemate în jos, apoi muşchii pieptului (pectoralul şi sterno-cleido-mastoidianul) şi ai abdomenului sînt contractaţi presînd asupra cuştii şi micşorîndu-i volumul.

— Prin aceste mişcări musculare se face deci respiraţia. Dar în cazul unor inspiraţii şi expiraţii forţate, volumul de aer ce intră şi iese din pulmoni variază, dacă am înţeles bine toate acestea, spuse Vişan. Aşa se şi explică probabil adaptarea respiraţiei la diferite nevoi ale omului.

— Lucrul este ceva mai complicat, dar în esenţă ai sesizat bine fenomenul respiraţiei. În mod normal, în respiraţia normală a unui om ce stă liniştit, se schimbă cam 500 cm^3 de aer la fiecare respiraţie: 500 intră în inspiraţie, 500 ies în expiraţie. Acesta se şi numeşte *aer respirator*. Dar într-o inspiraţie forţată noi mai putem introduce în pulmoni cam 2 000 cm^3 de aer, acesta este *aerul suplimentar*, iar într-o expiraţie forţată mai putem elimina din pulmoni cam 1 800 cm^3 de aer, care este *aerul complimentar*. Toate aceste volume de aer pe care le putem introduce sau scoate din pulmoni dau împreună un volum de 4 000—4 500 cm^3 de aer, care constituie *capacitatea vitală* a pulmonilor. Ea creşte la sportivi putînd ajunge pînă la 6 litri.

— Pulmonii se golesc de aer într-o expiraţie forţată?

— Nu total. În ei rămîne o cantitate de aer de peste 2 000 cm^3 care se numeşte *aer rezidual* şi care nu poate fi scos decît prin pneumotorax, adică prin introducerea unei comunicaţii aeriene între exterior (presiunea atmosferică de 760 mm Hg) şi spaţiul dintre cele două pleure. Aerul exterior pătrunde în acest spaţiu şi presează pulmonul pînă la completa lui turtire. În acest caz pulmonul nemaifiind legat de pleure, nu se mai poate face inspiraţia şi în consecinţă nici expiraţia. Pulmonul este pus în stare de repaus funcţional. Acest lucru se face în unele cazuri de TBC, scoţînd pentru un timp din funcţiune pulmonul atins, care astfel se poate vindeca mai uşor.

— Acum înţeleg de ce un frate al lui moş Ion a stat în clinica TBC din Cluj „înţepat" în coaste, cum zicea bătrînul, cu pneumotorax. Nu cred să fie plăcut să-ţi introducă un ac gros printre coaste ca prin acesta apoi să pătrundă aerul între pleure.

— Este totuşi un procedeu larg utilizat, mai ales acolo unde mai există tuberculoză.

— Dar să revenim la cantităţile de aer ale pulmonilor. În mod normal ele variază în funcţie de activitatea musculară a omului. Ştiţi că atunci cînd fugi respiraţia nu numai că se accelerează, dar şi profunzimea ei se măreşte. Dacă ar fi să o luăm încet, v-aş arăta că un om adult culcat schimbă într-un minut 8—9 litri de aer; dacă stă pe un scaun schimbul aproape se dublează, dacă face un exerciţiu muscular uşor, cum este cîntatul la pian, schimbul de aer se triplează, dacă se mişcă activ prin casă în ritm de dans, schimbul de aer ajunge la 49—50 litri, iar un halterofil consumă pînă la 96 de litri pe minut.

— Este logic, spuse Mircea, căci aerul îi aduce oxigenul de care are nevoie tot mai mult în aceste activităţi musculare tot mai intense. Ce ar fi să ieşim în spaţiul alveolei? şi să analizăm acolo aerul acesteia?

— Vom face-o şi pe aceasta, dar mai întîi aş vrea să măsor care este cantitatea de oxigen din sîngele în care ne aflăm şi cum variază aceasta cu mişcările de respiraţie.

Mircea şi-a pus în funcţiune autoanalizoarele şi după cîteva momente ne-a anunţat:

— Aici sîngele are 17,5 cm^3 oxigen la 100 cm^3 sînge şi 52 cm^3 de CO_2. Şi valorile acestea sînt destul de constante.

— Ca să înţelegem variaţia conţinutului de gaze

din sînge dă, te rog, drumul navei noastre puțin înapoi pînă am să te opresc.

Astfel ne-am înapoiat înspre sîngele ce venea de la inima dreaptă. Mircea a menținut măsurătorile și ne-a comunicat:

— Acum sînt numai 14 cm^3 oxigen, dar 55 cm^3 CO_2.

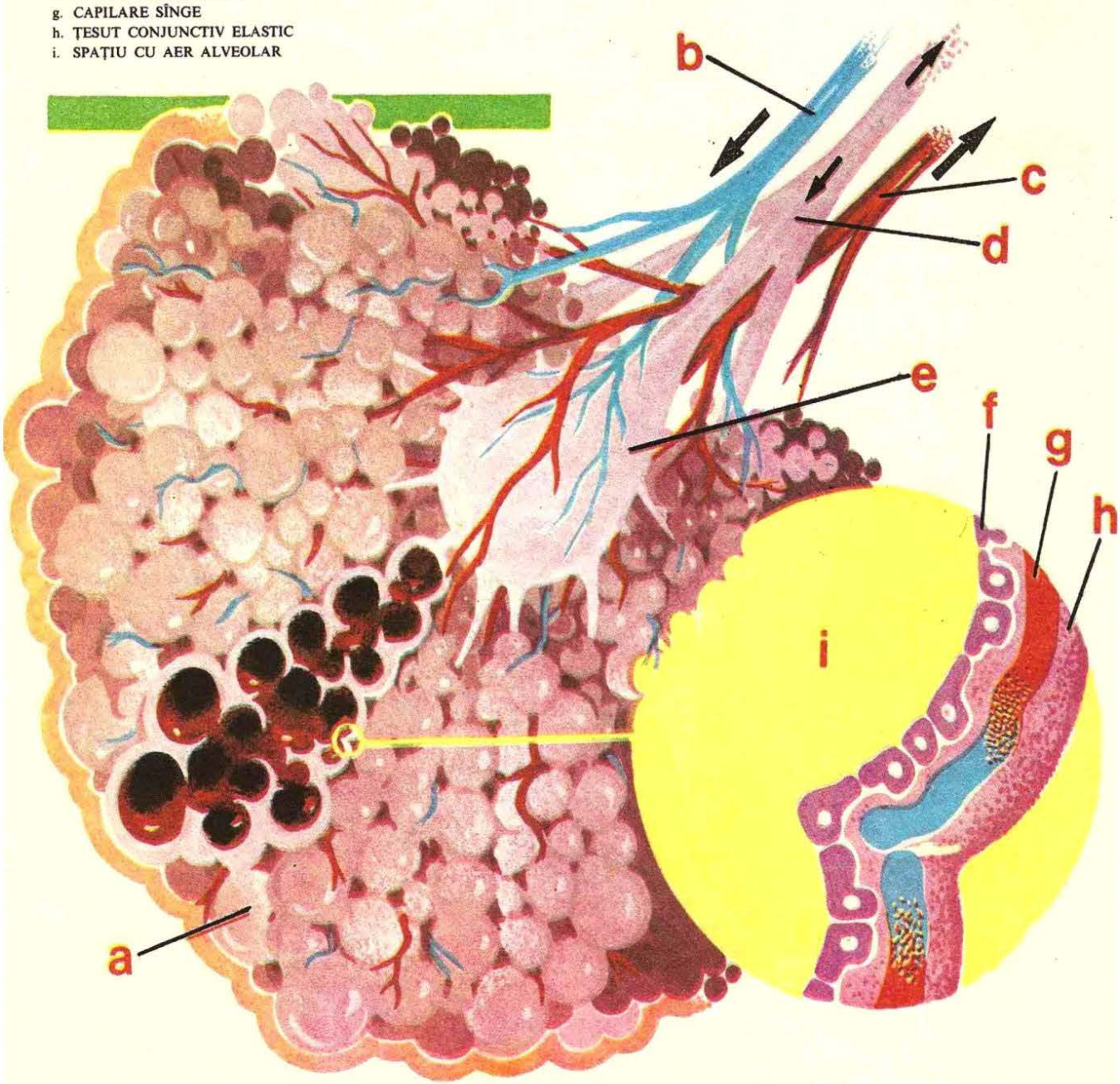
— Acestea sînt valorile corespunzătoare sîngelui venos. Și acum dirijează nava ca să ajungem din nou dincolo, sub epiteliul respirator. Am să te opresc cînd trebuie și acolo să ne spui din nou conținutul în gaze.

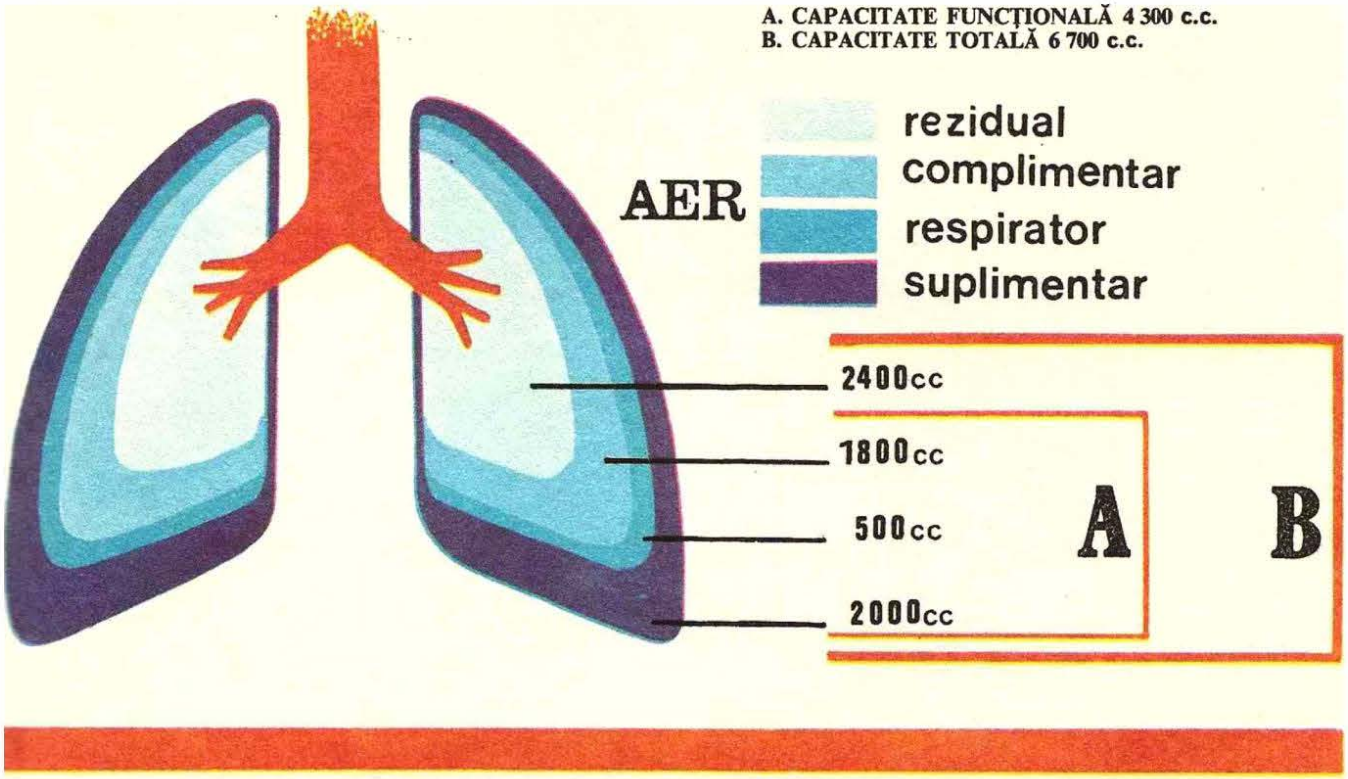
Manevra s-a efectuat și Mircea ne-a anunțat:

— Aici sînt 20 cm^3 oxigen și 49 cm^3 CO_2 la sută cm^3 sînge.

— Acum puteți vedea diferențele între sîngele venos, ce vine de la inima dreaptă și sîngele arterial, care s-a oxigenat aici în pulmoni. Transformarea sîngelui venos în sînge arterial înseamnă un cîștig de 6 cm^3 oxigen și o pierdere de 6 cm^3 CO_2 la fiecare

a. ALVEOLE PULMONARE
b. SÎNGE VENOS DIN AURICULUL DREPT
c. SÎNGE ARTERIAL DIN VENTRICULUL STÎNG
d. RAMIFICARE A TRAHEELOR
e. INFUNDIBULUM
f. EPITELIU RESPIRATOR
g. CAPILARE SÎNGE
h. ȚESUT CONJUNCTIV ELASTIC
i. SPAȚIU CU AER ALVEOLAR





sută de cm^3 de sînge. Dacă ne amintim că volumul ventriculului este de 70 cm^3 şi că inima se contractă de circa 72 ori pe minut însemnează că ea pompează în fiecare minut cam 5 litri de sînge în pulmoni, în care deci se fixează de 50 ori cîte 6 cm^3 de oxigen, adică în total în fiecare minut sîngele fixează circa 300 cm^3 de oxigen, dintr-o cantitate de aer de 18×500, adică circa 9 litri de aer (în care se găsesc 1 890 cm^3 de oxigen — restul fiind azot — ceea ce însemnează că circa 10% din oxigenul aerian trece în sînge).

— Grozavă capacitate de fixare a oxigenului. Totuşi acesta nu este solubil în apă decît foarte puţin. Cum se face atunci că el poate trece în aşa cantitate prin foiţa proteică, deci hidrosolubilă a celulei respiratorii ? întreabă Mircea.

— Aici intervine un fenomen biologic. Pentru a avea oxigen suficient organismele animale şi-au format în cursul evoluţiei lor nişte substanţe speciale cu o afinitate foarte mare faţă de oxigen, dar care este fixat foarte labil de acestea. Sînt pigmenţii respiratori de care am mai vorbit. Aici este hemoglobina, o substanţă roşie care poate fixa uşor pe fiecare moleculă cîte 4 atomi de oxigen, în funcţie de presiunea acestui gaz. Trecerea oxigenului din alveola pulmonară în sîngele capilarelor alveolare şi a dioxidului de carbon din sîngele capilarelor alveolare în alveolă se realizează cu ajutorul plasmei sanguine în mică parte, iar în cea mai mare parte sub formă de combinaţie chimică labilă cu hemoglobina din globulele roşii.

— Pigmentul respirator de care vorbeşti nu este în aceste celule respiratorii, ci în sînge şi membranele acestor celule îl împiedică foarte puţin să difuzeze din aer în sînge şi care absoarbe oxigen.

— Da, aşa este. Presiunea oxigenului în sîngele venos este de 40 mm Hg (corespunzînd la 20%) şi în cel arterial de 100 mm Hg. Această încărcare cu oxigen se face la nivelul alveolei pulmonare. Vă amintesc că sîngele pierde oxigenul la nivelul ţesuturilor, în care tensiunea acestuia este abia de 30 mm Hg şi hemoglobina se descarcă de oxigen cedîndu-l celulelor şi sîngele devine venos, adică cu un conţinut de abia 40 mm Hg oxigen.

— Iar CO_2-ul? întrebă Vişan.

— Dioxid de carbon nu se găseşte în atmosferă decît în urme, pe cînd în sîngele venos se găseşte sub o tensiune de 46 mm Hg; el se pierde înspre spaţiul alveolelor pulmonare şi de acolo cu aerul expirator la exterior, astfel că în sîngele arterial cantitatea de CO_2 scade la 40 mm Hg. Dar, la nivelul ţesuturilor, în care poate exista pînă la 50 mm Hg CO_2, el se încarcă din nou ajungînd la 46 mm Hg.

— Şi cum se transportă CO_2-ul, tot prin hemoglobină?

— În parte da, gazul legîndu-se de pigment care prin pierderea oxigenului devine acid şi poate lega un radical carbonic pe care îl transportă pînă la pulmon, unde pigmentul pierde CO_2 şi leagă din nou oxigenul. Pe această cale se transportă circa 10% din CO_2. O parte mai însemnată de circa 40% este solvată în plasmă şi transformată în bicarbonat de sodiu în plasmă, iar o ultimă cantitate de circa 30% este transportat ca acid carbonic.

— Deci transportul de CO_2 e mai complicat decît cel de oxigen. De ce?

— Fiindcă CO_2 este mult mai solubil în apă

decît oxigenul, de circa 30 de ori şi fiindcă combinaţii ale sale, carbonaţi şi bicarbonaţi, există normal în sînge, contribuind la efectul tampon, care împiedică schimbarea de pH a sîngelui. Şi mai este ceva: CO_2, fie de pe hemoglobină, fie din bicarbonaţi, fie din acidul carbonic este eliberat ca gaz CO_2 din aceste combinaţii labile de o enzimă specifică, numită *carboanhidrază*, care desface legătura ionului $CO_2=$, eliberînd o moleculă de apă ($CO_3H_2=$ =acidul carbonic). Acest proces grăbeşte eliberarea CO_2; ea se face de sute de ori mai repede decît s-ar produce fără enzime. Carboanhidraza se găseşte în toate ţesuturile, căci în toate se formează CO_2 ca rezultat al metabolismului şi gazul trebuie să ajungă ca atare în sînge pentru a fi luat pe căile lui de eliminare.

Între timp amicii mei observau cu interes aceste fenomene, a căror precizare la faţa locului le-a stîrnit curiozitatea.

— Eu propun acum să ieşim puţin deasupra epiteliului respirator, în spaţiul alveolei. Te rog, Mircea, să îndrepţi nava printre două celule ale endoteliului capilar, pe unde se iese uşor şi apoi printre cele două foiţe laterale ale celulelor respiratorii.

Nu au trecut decît cîteva minute şi ne aflam ancoraţi pe peretele intern al alveolelor.

— Vedeţi voi acest spaţiu aerian, în plin interior al pulmonului? El reprezintă o unitate structurală a pulmonilor, numit alveolă pulmonară. În ambii plămîni se găsesc între 300 şi 400 milioane de alveole care însumează o suprafaţă totală de peste 75 ori cea a corpului (care la un om de 75 kg cu înălţimea de 170 cm este de 1,91 m^2).

— Ce suprafaţă de schimb enormă, spuse Vişan. Problema suprafeţelor de schimb în organism este, după cîte văd, foarte însemnată. Am găsit şi la intestin suprafeţe de absorbţie de mii de m^2. Toate aceste suprafeţe, în fond, sînt nişte membrane care separă un mediu celular de cel extern. Schimbul prin membrane este, se pare, unul din fenomenele cele mai importante ale organismului.

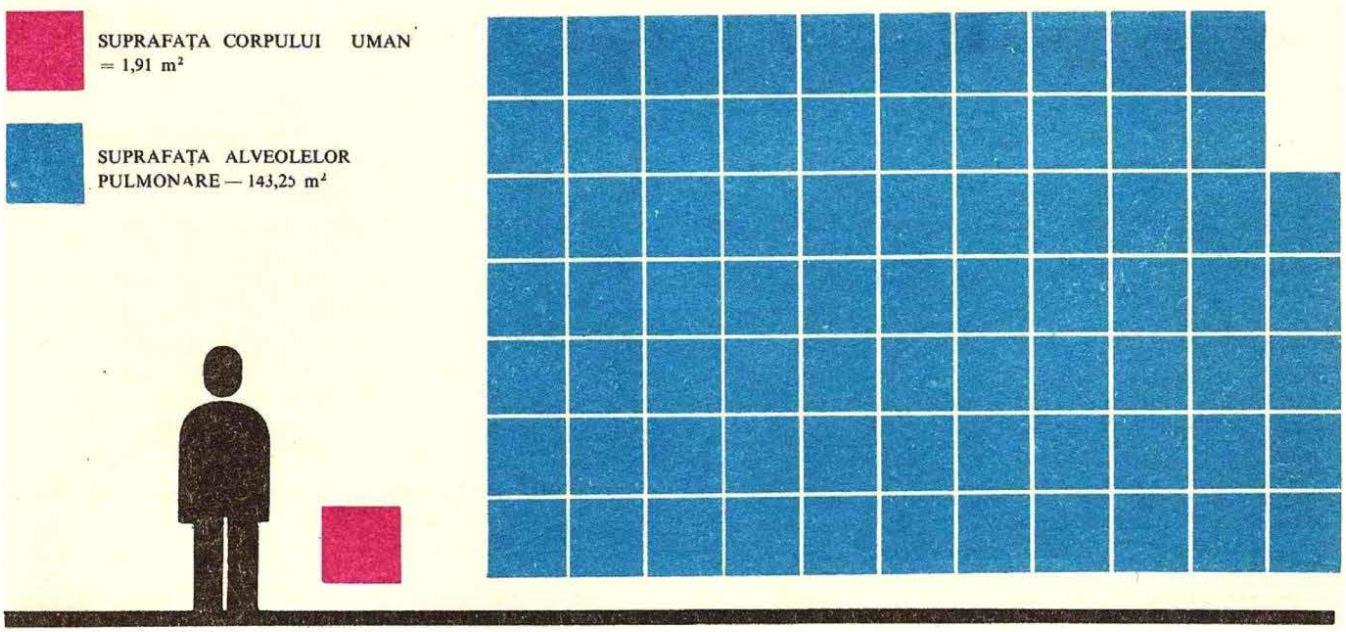
— Ar trebui studiat mai în adînc ca să se înţeleagă modalităţile permeabilităţii acestora, spuse Mircea în completarea celor afirmate de Vişan.

— Aveţi amîndoi dreptate. Vreau să vă spun că acest studiu este azi făcut de aproape toţi biologii-biochimiştii-biofizicienii. Şi probabil că în urma acestor studii, care necesită o aparatură foarte complexă, se va şti mai mult şi asupra unor tulburări de metabolism. Chiar la noi în ţară s-a înfiinţat un institut de biologie şi patologie celulară, bine dotat cu aparatură, oameni, bibliografie, care sigur va studia ca un principal subiect modificările de permeabilitate a celulei şi membranelor din interiorul acesteia. Vă amintiţi că v-am spus că Palade s-a exprimat foarte plastic: „Celula este un sac cu membrane"

Stînd în interiorul alveolei Mircea a pus în funcţiune autoanalizoarele sale şi acum ne comunica rezultatele:

— Aici aerul este format dintr-un amestec de oxigen şi azot, ale căror concentraţiuni însă variază în continuu: cînd se produce dilatarea alveolei oxigenul este 20%, cînd se produce contracţiunea ei el scade la 16%, iar azotul nu variază procentual. Dilatarea alveolei însemnează inspiraţie, aport de aer de la exterior, iar micşorarea ei expiraţie.

— Dacă îmi daţi voie să fac o schemă a aparatului respirator, atunci avem pe de o parte aerul atmosferic, pulmonii şi aerul expirat. Componenţa aerului este precum vedeţi de 20% oxigen şi 80% azot, dar în cel expirat nu rămîne decît 16% oxigen, în schimb, creşte CO_2 şi mai ales umiditatea aerului. În timpul intrării în pulmoni aerul se încălzeşte în conductul nasului, faringelui, laringelui, tracheei şi bronhiilor şi bronhiolelor. Dacă cel inspirat este foarte rece, aşa cum se întîmplă în iernile foarte friguroase, atunci aerul expirat ajunge la +20°C,



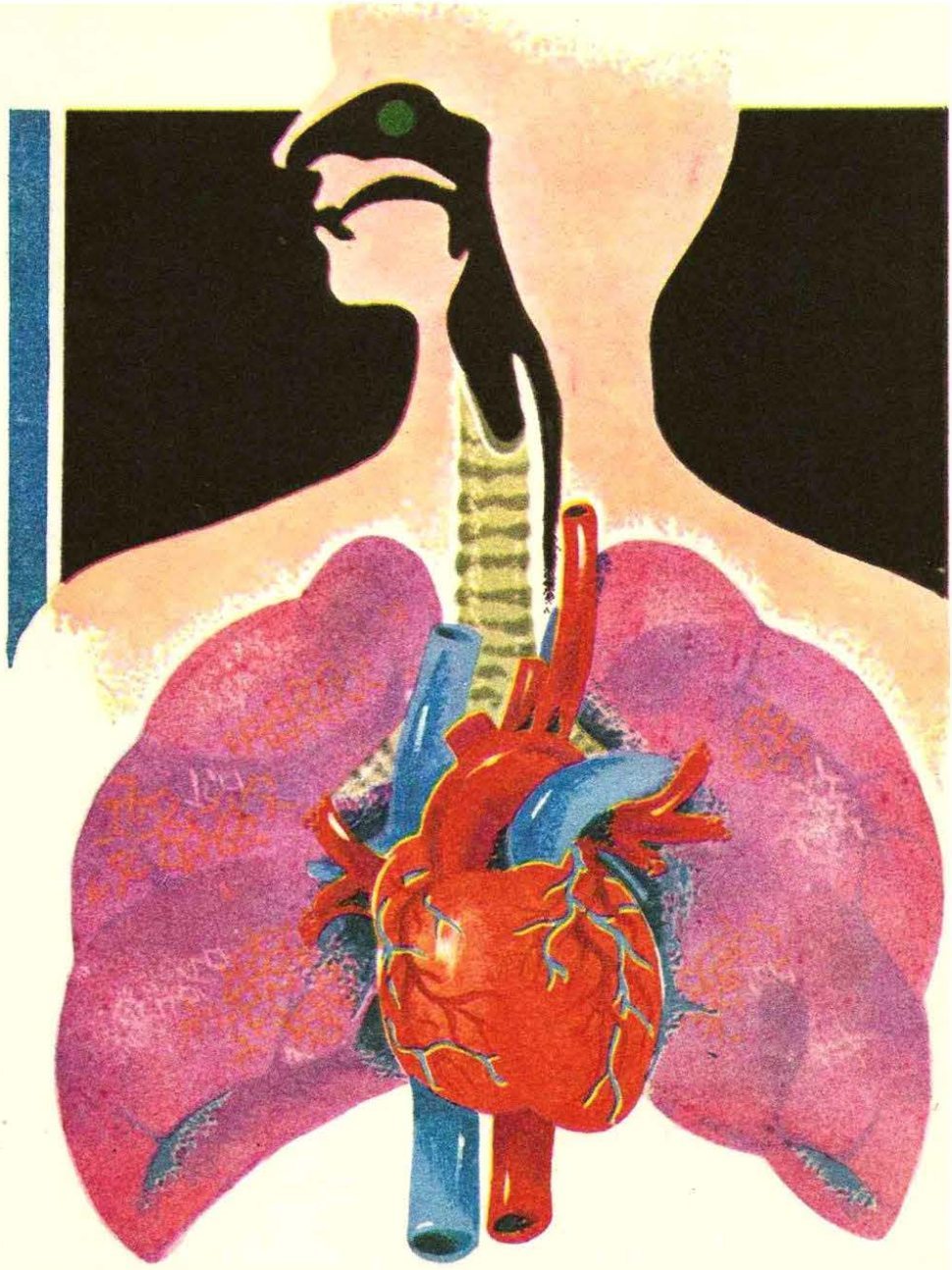
CAVITATE NAZALĂ = AERUL SE INSPIRĂ, SE ÎNCĂLZEŞTE, SE UMEZEŞTE ŞI FIXEAZĂ PRAFUL (50%)

Inspiraţie = 500 c.c.

OXIGEN	20%
AZOT	80%
CO_2	0%
T°C	20
UMIDITATE	50%
PRAF	100 ppm

Expiraţie = 500 c.c.

OXIGEN	16%
AZOT	80%
CO_2	3—4%
T°C	35
UMIDITATE	100%
PRAF	2 ppm



chiar la +28°C, dar dacă afară este +20°, aerul expirat ajunge la temperatura corpului. Umiditatea este saturată datorită vaporilor de apă fiind luaţi de pe mucoasa nazală în special.

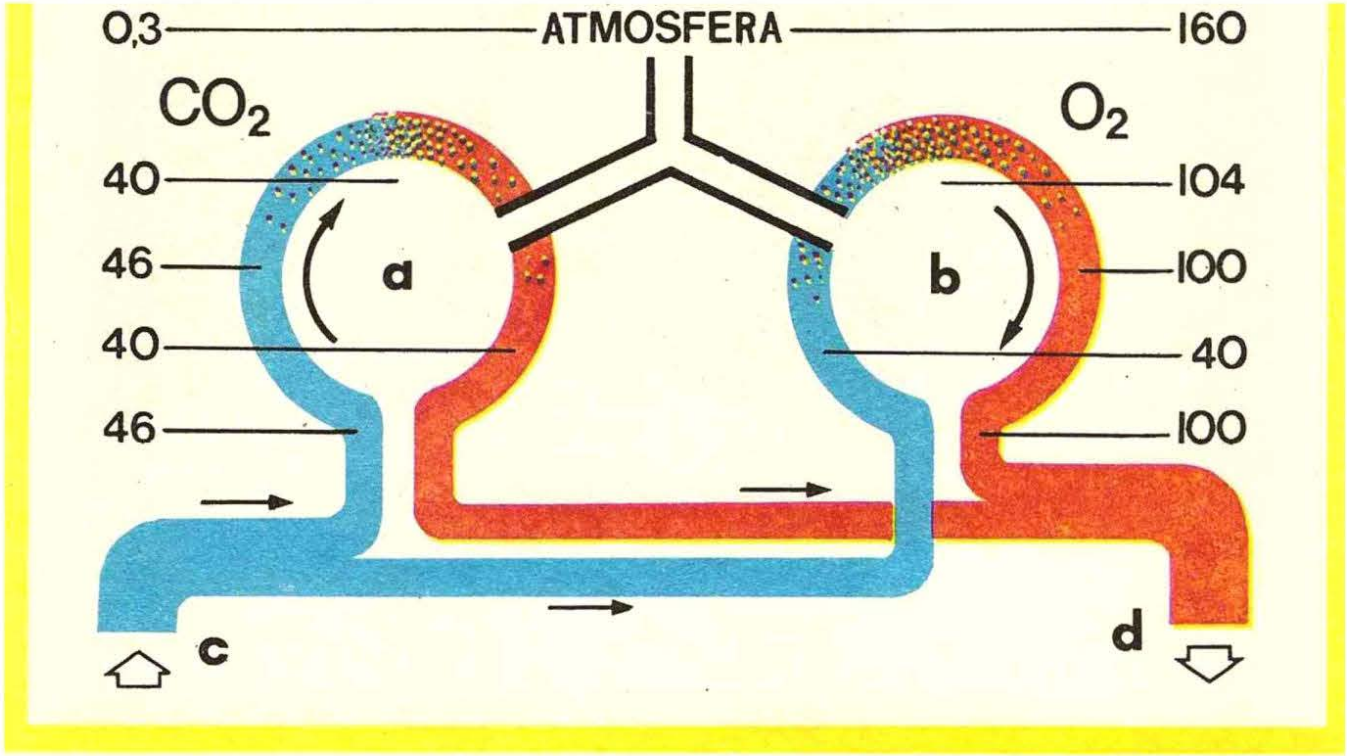
— De asta se vede „respiraţia" în vremurile reci ca un nor de aburi ce ies din gură sau nas.

— Aş vrea să vă atrag atenţia şi asupra prafului care există în aer. Într-o atmosferă zisă curată tot se găsesc 100 particule de praf la 10 cm^3 de aer. În aerul expirat însă praful a dispărut. El este reţinut pe tot traiectul respirator, dar în special în nas, în faringe şi pe conductele tracheolelor, care sînt căptuşite cu un epiteliu ciliat, a cărui bătaie este înspre „în afară". Nu rar eliminăm prin spută o substanţă cleioasă, negricioasă, care nu e altceva decît mucusul bronchiolelor şi tracheolelor care conţine praful oprit pe traiectul respiraţiei.

— Ce trebuie să fie în oraşele cu mult praf! Acolo de multe ori nici nu poţi respira din cauza acestuia.

— Praful este alcătuit din nişte granule extrem de fine, de dimensiuni micronice, de natură foarte diferită, dar, în general, minerală, care pot produce leziuni pe traiectul tuturor mucoaselor respiratorii, dar mai ales în epiteliul alveolar, provocînd mici hemoragii locale, urmate de infecţii, secreţii etc. Acesta este drumul silicozei, o boală provocată de praf în fabricile de ciment (şi în oraşele cu fabrici de ciment), care micşorează tot mai mult suprafaţa de schimb a pulmonului, provocînd emfizem, apoi TBC şi chiar cancer.

— Dar praful nu este peste tot acelaşi, spuse Vişan. Cred că pe litoral, de exemplu la Eforie, sau mai bine zis în largul mării, aerul este absolut curat.



a. ALVEOLĂ PULMONARĂ DREAPTĂ
b. ALVEOLĂ PULMONARĂ STÎNGĂ
c. ARTERĂ PULMONARĂ, VENTRICUL DREPT
d. ARTERĂ PULMONARĂ, VENTRICUL STÎNG

— În esență funcțiunea pulmonilor este următoarea, spuse Mircea — ca și cum ar fi repetat o lecție. Aici vine sîngele venos de la inima dreaptă, se oxigenează devenind sînge arterial și acesta se înapoiază la inima stîngă. Pe traseu se poate urmări scăderea procentuală a oxigenului și creșterea CO_2-ului. Schimbul propriu-zis se face în alveolele pulmonare, în care intensitatea de schimb este dată de suprafața de schimb dintre sînge și alveolă.

— Aș vrea să vă mai spun că această suprafață se poate modifica în mod reflex. Dacă în repaus, să zicem că o alveolă are deschise 12 capilare din 19 cîte o înconjoară, atunci în plină activitate musculară, adică atunci cînd este nevoie de o mai mare cantitate de oxigen, se deschid toate cele 19 capilare alveolare. În schimb, în anumite afecțiuni pulmonare, cum este pneumonia, cînd unele alveole ale unor lobuli sau lobi pulmonari se umplu cu un lichid, numărul capilarelor deschise se micșorează mult (pînă la 6) și din acest motiv se simte o „lipsă de aer".

— Asta înseamnă că există un reglaj al tuturor fenomenelor care determină respirația, spuse Mircea.

— Da! un astfel de fenomen complex cum este schimbul respirator are și un reglaj nervos și humoral foarte eficace și prompt. Pentru a-l înțelege să vă amintesc cîteva lucruri pe care le știți. Dacă îți reții respirația timp de un minut, la reluare constați că numărul mișcărilor respiratorii pe unitate de timp a crescut de la 18, cît e normal, la 28 și ele chiar s-au adîncit. Lipsa de oxigen duce deci la intensificarea respirației. Dar aici nu e numai lipsa de oxigen, ci și creșterea cantității de CO_2 din sînge, care acționează ca un excitant asupra centrului respirator, determinînd accelerarea mișcărilor de respirație. Oamenii de știință au precizat existența unui centru respirator în bulb, în planșeul ventriculului IV; de fapt există un centru inspirator și unul expirator, care funcționează prin mecanismul reflex al inducției simultane și consecutive, de care vom vorbi la SNC. Cînd centrul inspirator este în excitație (și determină mișcările de inspirație), centrul expirator este în inhibiție; la sfîrșitul inspirației centrul inspirator intră în inhibiție și cel expirator devine excitat. Astfel se poate spune că inspirația cheamă expirația și expirația cheamă inspirația, grație acestui mecanism al sistemului nervos bulbar. Dar și o excitație a centrilor bulbari cu CO_2 duce la accelerarea respirației sau o voință a noastră poate opri respirația pentru un anumit timp. Aceasta înseamnă că în afara centrilor de comandă imediată a mișcărilor de inspirație-expirație, mai există un centru care reglează însuși fenomenul de inducție simultană și consecutivă. Acest centru, situat tot în bulb, are însă o proiecție hipotalamică și corticală (dovadă că putem opri sau accelera mișcările respiratorii după voință, care este întotdeauna o activitate corticală).

— Aș vrea să ne spui ceva despre respirația la mari înălțimi, spuse Vișan. Azi cu zborurile cu avionul se pune adesea întrebarea dacă sus, la peste 5 000 de m, se respiră la fel ca și jos.

— Cu cît ne ridicăm în atmosferă, cu avionul, cu

balonul sau ca turişti pe munţi, presiunea atmosferică scade după o curbă caracteristică. Dar la orice înălţime procentul de oxigen al aerului este de 21%. Influenţa depresiunilor atmosferice poate fi văzută din două puncte de vedere: o ridicare rapidă la înălţimi şi apoi revenirea la înălţimea originară sau o rămînere de lungă durată la înălţimi. O excursie la munte, chiar dacă e vorba de cîteva zile, este un exemplu pentru primul caz; o trăire la mari înălţimi, aşa cum sînt sate în Anzi sau în Tibet, este un exemplu pentru al doilea caz.

— Dar dacă stai o lună, aşa cum recomandă medicii pentru persoanele anemice?

— Este o situaţie de prim caz, căci o lună nu însemnează încă o viaţă întreagă. Rărirea aerului la munte însemnează scăderea presiunii oxigenului şi deci o mai mică oxigenare a acestuia. Cred că aţi simţit „răul de munte" datorat răririi aerului, care se manifestă la început prin palpitaţii cardiace, dureri de cap, oboseală, ameţeli, greaţă şi chiar vomă, insomnii, tulburări de judecată, de vedere şi auz etc. Dar dacă rămînem la înălţimi de 4 000 m, unde se produc aceste simptome, ele se atenuează şi după circa 10 zile nu le mai simţim. În acest timp însă s-au produs o serie de modificări funcţionale: numărul hematiilor a crescut la 6 milioane, mişcările respiratorii se aprofundează, inima bate pînă la 85 pe minut. Toate aceste modificări duc la fixarea unei cantităţi mai mari de oxigen în sînge şi ajungerea acestuia mai repede la celule; astfel efectele răririi aerului şi a scăderii tensiunii de oxigen sînt compensate. Dacă omul coboară la locul lui de muncă, toate modificările se pierd pe rînd şi se ajunge din nou la 5 milioane hematii, 72 bătăi cardiace, la respiraţii normale.

Dacă rămînerea la mari înălţimi (peste 5 000 m) este mai lungă, atunci creşterea numărului de hematii poate ajunge pînă la 8 milioane şi creşte vîscozitatea sîngelui, ceea ce creează greutăţi în circulaţie şi simptomele răului de munte se pot accentua, încît persoana trebuie să coboare căci astfel se pot produce şocuri hemoragice cerebrale şi chiar moarte.

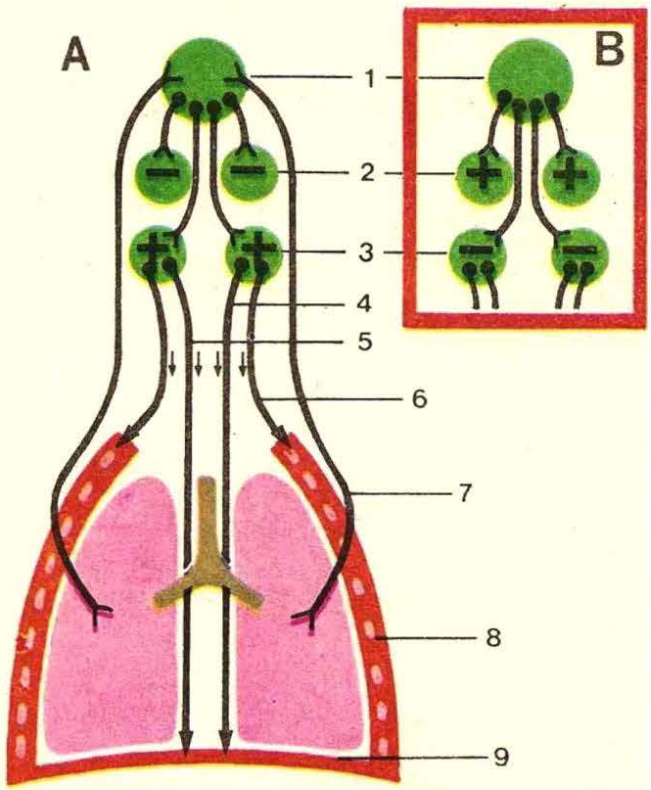
Dar dacă e vorba de oameni care de generaţii trăiesc la munte într-un aer rarefiat, aşa cum sînt locuitorii din Cerro de Pasco din Anzi, la aproape 4 500 m, atunci ei sînt adaptaţi condiţiilor de hipooxigenare şi prezintă modificări stabile, ereditare: numărul globulelor roşii ajunge la 8—9 milioane, cantitatea de hemoglobină a sîngelui creşte la 17—20 g% (în loc de 14%), măduva roşie a oaselor formează mai repede noile hematii, sub acţiunea unui hormon numit *eritropoetină* (secretat de rinichi), capilarele sînt aproape toate larg deschise pentru a uşura circulaţia sîngelui care este accelerată şi la o presiune mai mare, din cauza unui număr de peste 90 bătăi de inimă pe minut, respiraţiile sînt mult mai profunde, căci capacităţile respiratorii s-au mărit (se poate ajunge la un volum total vital de 10 litri). Aceste modificări funcţionale sînt ereditare şi oamenii de aici nu mai simt „răul de munte".

— Înţeleg acum că în zborurile cu avionul nu se produc astfel de simptome pentru că interiorul avioanelor este presurizat, adică se păstrează cam aceeaşi presiune atmosferică la fel ca şi jos.

— Aş adăuga că dacă un astfel de avion presurizat aterizează din anumite cauze la o înălţime de peste 3 000 m, deschiderea bruscă a uşilor provoacă o tot aşa de bruscă scădere a presiunii atmosferice care loveşte pasagerii ca o măciucă pulmonară şi se pot întîmpla cazuri de asfixie bruscă şi moarte.

— Dar dacă omul coboară sub nivelul mării şi presiuni atmosferice mai mari de 760 mm Hg, cum e cazul în unele mine adînci?

— Drept să vă spun, la această întrebare nu pot să răspund, pentru că nu cunosc nici o cercetare care să fi avut ca obiect influenţa unei creşteri a presiunii atmosferice asupra omului. În lume sînt cîteva locuri naturale cu aşezăminte omeneşti, care se situează la cîteva sute de metri sub nivelul mării, cum e Marea Moartă şi lacul Genezareth. Am fost pe acolo, dar nu am simţit ceva deosebit. Iar în minele care ajung pînă la 1 000 m de la suprafaţă, aerul este primenit cu aparataje speciale şi fenomenul care este mai important este acela al căldurii (care creşte



REGLAREA NERVOASĂ A RESPIRAŢIEI

A. INSPIRAŢIE
B. EXPIRAŢIE
1. CENTRU REGULATOR
2. CENTRII EXPIRATORI
3. CENTRII INSPIRATORI
4. NERV FRENIC STÎNG
5. NERV FRENIC DREPT
6. VAG MOTOR
7. VAG SENSITIV
8. MUŞCHI INTERCOSTALI
9. DIAFRAGMĂ

cu 1°C tot la 33 m adîncime) şi nu al unei creşteri a presiunii atmosferice.

— Dar cei care se scufundă în apele mărilor?

— Aici este altceva. Scafandrii autonomi de azi au cilindre cu aer comprimat sau lichid, din care, prin dispozitive speciale, ajunge în gură şi de aici la pulmoni un aer cu o presiune atmosferică de 1 atmosferă (normal). Numai în cazul cînd e vorba de scufundători liberi, fenomenele de presiune joacă un rol. Dacă omul este la 5 m sub apă, presiunea apei împiedică dilatarea cuştii toracice, adică contracţiunea muşchilor inspiratori. La o astfel de adîncime dacă se deschide gura apa năvăleşte în pulmoni şi nu se poate expira. Dacă dăm un tub lung unui înotător prin care el să respire, constatăm că la 2 m el deja nu mai poate expira, cu toate că în alveole are aer la presiunea normală. Dar muşchii nu pot învinge presiunea suplimentară de 0,2 atmosfere cît este la această adîncime.

Dar am renunţat cu toţii să mai discutăm pe această temă, căci înaintea noastră mai aveam multe alte organe de cercetat.

— Hai Mircea, desprinde nava şi să reintrăm în circuitul sanguin pe aici imediat, şi să ne continuăm drumul.

Am ajuns din nou în curentul sîngelui, unde ne mişcam destul de încet prin capilarele care înconjurau alveolele pulmonare, dar apoi am ajuns în vase tot mai largi unde sîngele se mişca repede şi în final viteza noastră ar fi ajuns la 35 cm pe secundă, dacă n-am fi fost atenţi. Mircea a pus frînele magnetice şi ne-am apropiat de pereţii vaselor, în lungul cărora ne deplasam cu viteza dorită de noi. Aşa am ajuns din nou în inimă.

13

DE AICI SÎNGELE OXIGENAT SE ÎMPRĂŞTIE ÎN TOT CORPUL

— Presiunea de contracţiune este de 10 mm Hg, anunţă Mircea, ca şi data trecută şi durata ei este de circa 1/10 secunde.

— Îl rog pe Vişan să reia graficul pe care l-a întocmit cu fenomenele pe care le-am constatat în inima dreaptă. Acum sîntem în cea stîngă, adică aceea care pulsează sîngele în corp, sînge oxigenat cu care am venit de la pulmoni. Pe acest grafic nu se modifică decît valorile de presiune din ventriculul stîng. Deci hai uşor să ne lăsăm scoşi din auricul şi să ajungem în ventricul, unde să ne fixăm de un alt muşchi papilar ca să observăm fenomenele.

Ajunşi acolo simţeam la o intensitate mult mai mare fenomenele pe care le-am înregistrat în inima dreaptă. În jur totul se mişca în ritm de 70 pe minut, durata fiecărei revoluţii cardiace stîngi era tot de 8/10 secundă.

— Presiunea în diastolă este aproape de zero, apoi creşte imediat după contracţiunea auriculară şi ajunge la 120 mm Hg, valoare care se menţine circa 2/10 de secundă şi apoi revine spre zero, unde rămîne 4—5 zecimi de secundă. Vişan, te rog să consemnezi peste graficul variaţiei de presiune din inima dreaptă şi valorile noi din ventriculul stîng. Se mai aud două, poate chiar trei sunete, unul sigur şi precis la sfîrşitul sistolei ventriculare, care corespunde cu închiderea valvulelor sigmoide ale aortei, altul difuz la începutul contracţiunii ventriculare, care însă îmi pare că este alcătuit din două sunete ce se suprapun.

— Cred că ai auzit bine şi sunetul difuz de la începutul sistolei ventriculare, datorit contracţiunii masei musculare a ventriculului se suprapune peste un alt sunet care se datoreşte deschiderii valvulelor sigmoide ale aortei atunci cînd presiunea ajunge la circa 80 mm Hg şi sîngele din ventricul începe să fie împins în aortă.

— Variaţiile electrice sînt aceleaşi ca şi cele înregistrate în inima dreaptă. Înseamnează că ECG este aceeaşi pentru ambele jumătăţi ale inimii, ceea ce este logic deoarece inima are un singur ţesut nodal prin care se transmite excitaţia de contracţiune şi deci o singură formă de variaţii ale potenţialului electric muscular.

— Aş vrea să adaug ceva nou. Dacă am fi la exterior şi am aplica în dreptul spaţiului intercostal stîng un cardiograf cu transmisie de aer, am înregistra o cardiogramă care se aseamănă mult cu traseul pe care Vişan l-a înregistrat acum pentru ventriculul stîng. Cu asta vreau să spun că putem înregistra mişcările inimii şi de la exterior şi prin aceasta îi putem studia contracţiunile. Alături de o astfel de cardiogramă se înregistrează şi ECG prin dispozitive de toată lumea cunoscute şi astfel putem explora funcţia inimii.

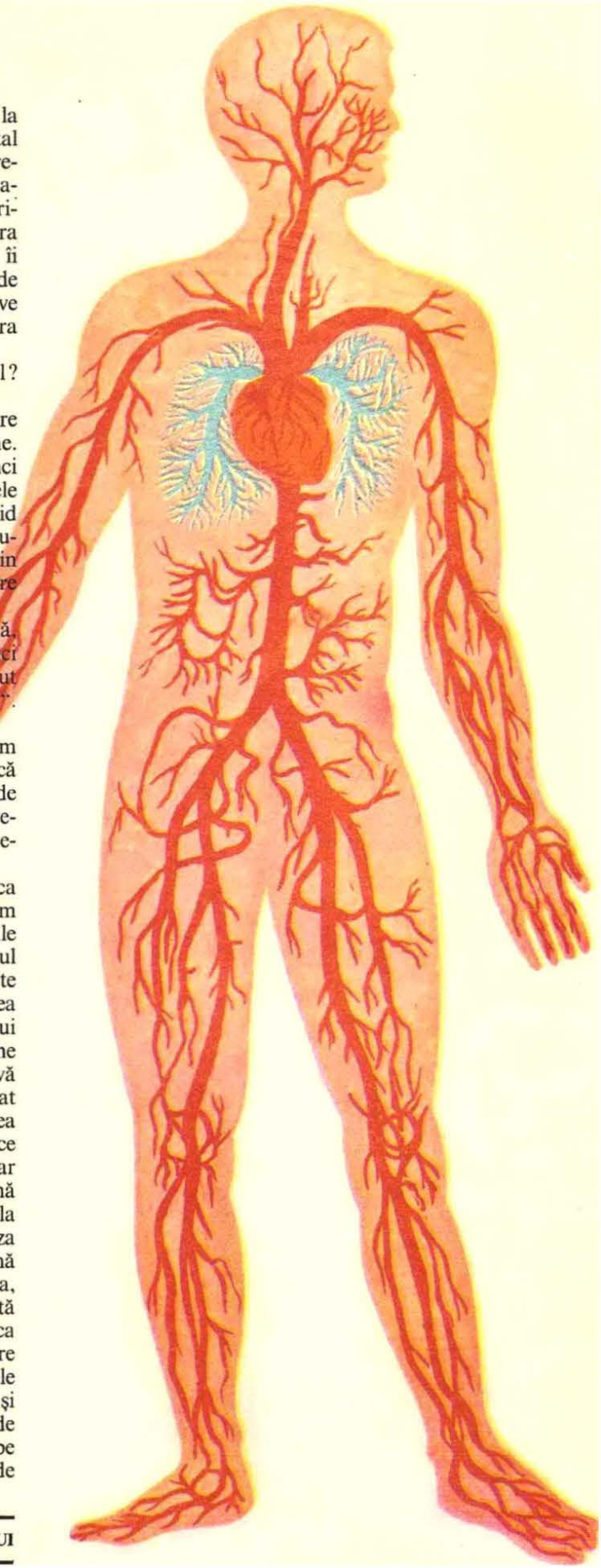
— Dar de ce medicii ascultă şi cu stetoscopul? Ce pot auzi în plus?

— Stetoscopul a fost unul din instrumentele care au adus multe lămuriri în medicina organelor interne. Cu el se aud bătăile inimii şi se aude un suflu atunci cînd valvulele auriculo-ventriculare, mai ales cele mitrale (bicuspide) ale inimii stîngi, nu se închid de tot şi o parte din sîngele ventriculului stîng refluează în auriculul stîng. Ascultarea inimii este una din metodele de explorare funcţională de cea mai mare importanţă în cardiologie.

— Spune-ne acum cum este circulaţia coronariană, adică cea din muşchiul inimii şi cum se produce aici infarctul. Un unchi de al meu, spuse Vişan, a făcut infarct şi a rămas toată viaţa un „schilod cardiac". Dar nu prea am înţeles eu ce este acel infarct.

— Voiam să vă vorbesc despre asta cînd ieşeam din inima stîngă şi ajungeam în aortă. Dar fiindcă acolo ne va fi mai greu să ne oprim, o să profit de faptul că aici deja ştim tot ce este în jur şi stăm oarecum mai liniştiţi, cu toate variaţiile ritmice de presiune.

O să vă rog să fiţi atenţi cînd ieşim în aortă, ca să vedeţi două deschideri ale acesteia cam la 2 cm deasupra valvulelor sigmoide, care sînt deschiderile arterelor coronariene, una mai mare pentru muşchiul ventricular, alta ceva mai mică pentru auricule. Este de reţinut că aici presiunea sîngelui are valoarea cea mai mare, aceea de vîrf a sistolei ventriculului stîng, adică 120 mm Hg. Cu o astfel de presiune intră deci sîngele în muşchiul inimii. Dacă acum vă amintiţi, cînd am fost în auriculul drept v-am arătat cam la 1 cm sub deschiderea venei cave, în partea opusă, o deschidere a venei coronariene, care aduce sîngele într-un spaţiu în care presiunea era chiar negativă. Reiese că circulaţia sîngelui prin inimă se face de la presiune de 120 mm Hg din aortă la una de —10 mm Hg în auriculul drept. Din cauza acestei mari diferenţe de presiune circulaţia în inimă este foarte activă. Experienţele au arătat că inima, care are o greutate de 300 g (în medie) este străbătută într-un minut de circa 250 cm^3 sînge, adică de circa 5% din tot sîngele corpului pentru un organ care reprezintă numai 0,5% din greutatea corpului. Sîngele ce străbate inima pierde între artera coronariană şi vena coronariană, în timp de 1 minut, 13 cm^3 de oxigen pentru 100 ml sînge, adică 32 cm^3 oxigen pe minut. Acesta reprezintă 10% din consumul total de oxigen al întregului corp.

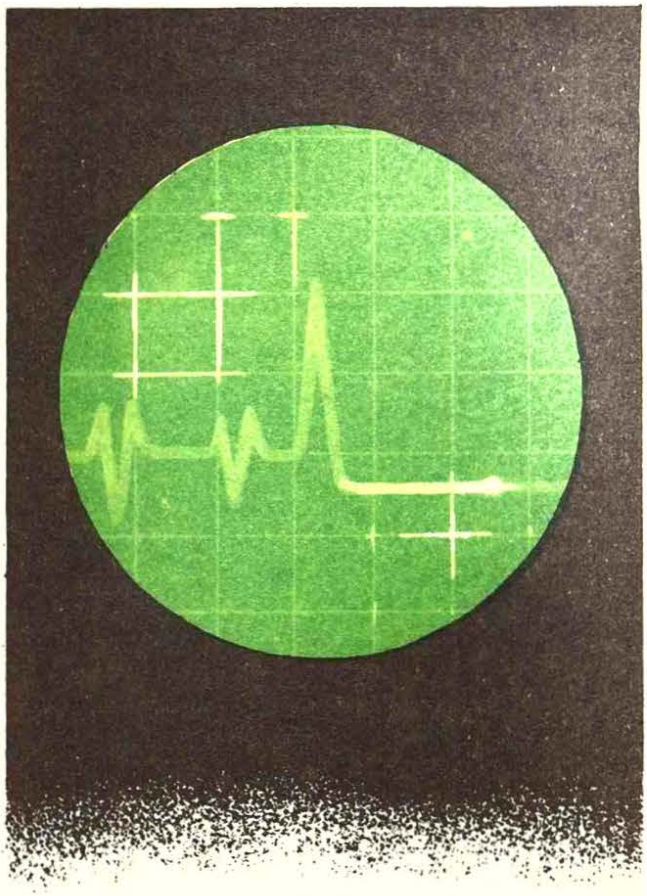


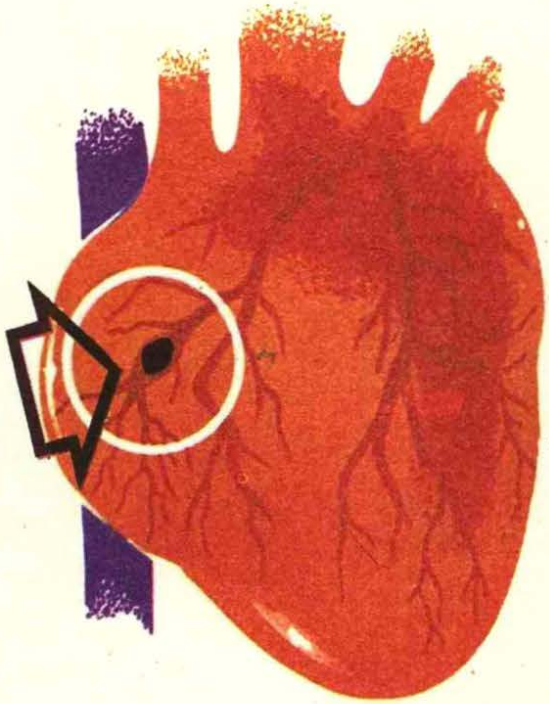
CIRCULAŢIA ARTERIALĂ — OXIGENAREA CORPULUI

Puteți deduce de aici că țesutul cardiac, care se contractă de 70 de ori pe minut, timp în care 30 de secunde este activ și 30 secunde este în repaus, pentru a menține acest ritm o viață întreagă trebuie să aibă la dispoziție în permanență oxigenul necesar oxidării glucozei, a acidului lactic sau a grăsimilor cu care el poate funcționa pentru a elibera energia necesară contracțiunilor sale.

Circulația aceasta este reglată după felul activității cardiace. Ea se poate intensifica în eforturi musculare prin excitarea simpaticului și venirea de adrenalină (care în inimă este vasodilatatoare, pe cînd în tot corpul este vasoconstrictoare) sau se poate încetini prin excitarea parasimpaticului, care aici este vasoconstrictor.

Și acum am ajuns la înțelegerea infarctului. În anumite situații inervația inimii este determinată de centrii superiori și ei pot provoca o bruscă activitate cardiacă, cum se întîmplă în *stress*-uri. Dacă această excitație extrinsecă nu este însoțită și de una intrinsecă simpatică, atunci se poate produce o vasoconstricție coronariană (dată de parasimpatic). Dacă vasul este îngustat prin depunere anterioară de grăsime (ateromatoză) sau prin scleroză, el se poate astupa cu un cheag. Astfel o mică regiune din țesutul cardiac nu mai este irigată; nevoile ei energetice nu sînt satisfăcute. De aici pornește un reflex de alarmă spre centrii superiori, o durere puternică însoțită de spaima de moarte *(angor mortis)*, așa de caracteristică acestor feluri de insuficiențe circulatorii a mușchiului inimii. Dacă e vorba numai de o vasoconstricție de scurtă durată, se vorbește de un preinfarct, dar dacă e vorba de un cheag și de o blocare a unei părți a inimii care acum e lipsită de circulație, atunci e vorba de un infarct. Cînd infarctul este întins poate provoca moartea prin insuficiență cardiacă, tulburări de ritm, chiar ruptura peretelui. Cînd este de mică întindere, se poate vindeca prin cicatrizare. Iar ca să vedem acum și deschiderea arterelor coronariene, hai să îi dăm drumul navei și să sărim în aortă.





PRODUCEREA INFARCTULUI
● **Vasoconstricție coronariană**

14

PE CANALELE LICHIDE ALE CORPULUI

Mircea s-a desprins uşor de muşchiul papilar de care am fost ancoraţi şi a lăsat nava liberă în torentul sanguin, urmărind mereu presiunea externă.

— Cînd am desprins nava, presiunea crescuse pînă la 120 mm Hg, apoi în 2/10 de secundă am simţit sunetul precis al închiderii valvulelor sigmoide şi presiunea a scăzut pînă la 40 mm Hg, apoi creşte uşor la 80 unde se menţine aproape constant pînă ce o nouă undă de sînge ne ridică iarăşi la 120, apoi scădem la 40 şi ne stabilizăm la 80 mm Hg.

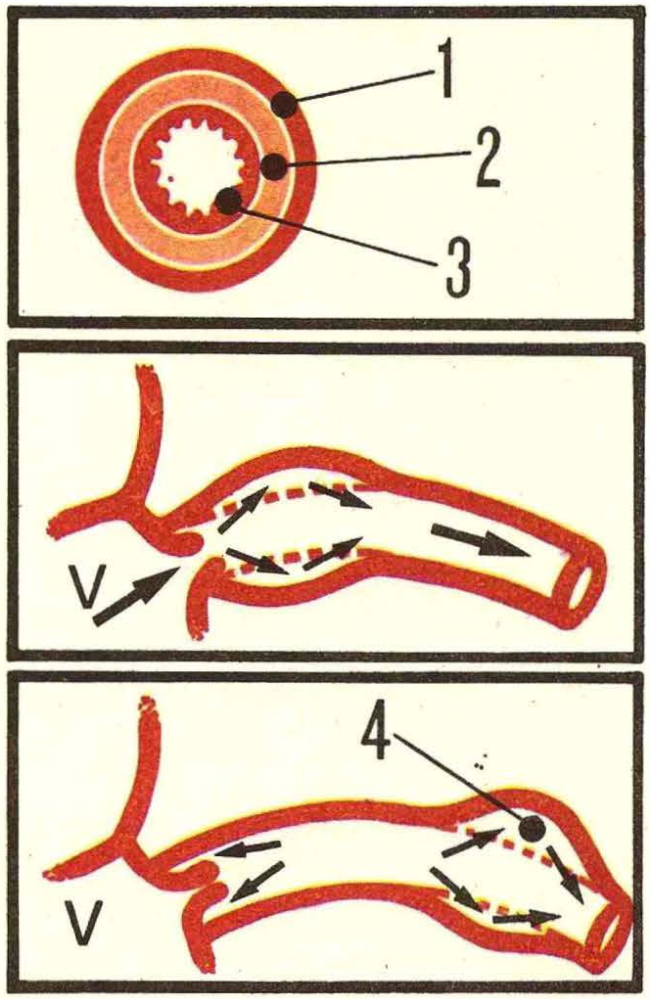
— Îl rog pe Vişan să marcheze pe graficul făcut la inima dreaptă aceste variaţii de presiune în funcţie de timp.

— Le-am şi făcut deja, a fost răspunsul, pe măsură ce Mircea le spunea din citirile sale.

— Ne aflăm, cum ştiţi, în aortă, de care Mircea a fixat nava pe un perete lateral al acesteia, pe una din cute, printre microvilii acesteia. Vreau să vă spun că aorta este cea mai însemnată arteră a corpului şi în constituţia ei intră în special ţesut elastic, care atunci cînd sîngele e împins din ventricul cu o presiune de 120 mm Hg se destinde mult permiţînd masei lichide să circule, iar cînd se termină sistola ventriculară şi scade presiunea brusc în ventricul, sîngele este împins puternic înapoi, dar valvele sigmoide se închid şi îl opresc să reintre în ventricul ; pereţii aortei continuă să strîngă sîngele a cărui presiune de la 40 creşte la 80 mm Hg şi apoi scade foarte uşor pînă la o nouă undă de contracţiune a ventriculului. Prin strîngerea sîngelui de către elasticitatea pereţilor aortei, acesta este împins înspre periferie, şi unda elastică a pereţilor aortei se propagă în lungul arterei aorte şi a arterelor care iau naştere din ea, ca o umflătură uşoară, din ce în ce mai mică cu cît ajungem mai la periferie, umflătură pe care o simţim atunci cînd punem degetul pe o arteră sub care este un planşeu osos solid, cum este cazul la artera radială, unde, de obicei, se ia *pulsul* omului.

— Ei, acuma înţeleg legătura dintre bătăile inimii şi puls, spuse Vişan. Ştiam eu că pulsul reproduce numărul bătăilor inimii, dar nu ştiam cum. Pulsul este deci o undă elastică a pereţilor arteriali, provocată de destinderea bruscă a aortei sub influxul undei sanguine împinsă de ventriculul stîng în aortă, care apoi se propagă în lungul arterelor.

— Este aproape exact. Dar să vă spun că pulsul nu numai că se simte, ci se poate înregistra grafic

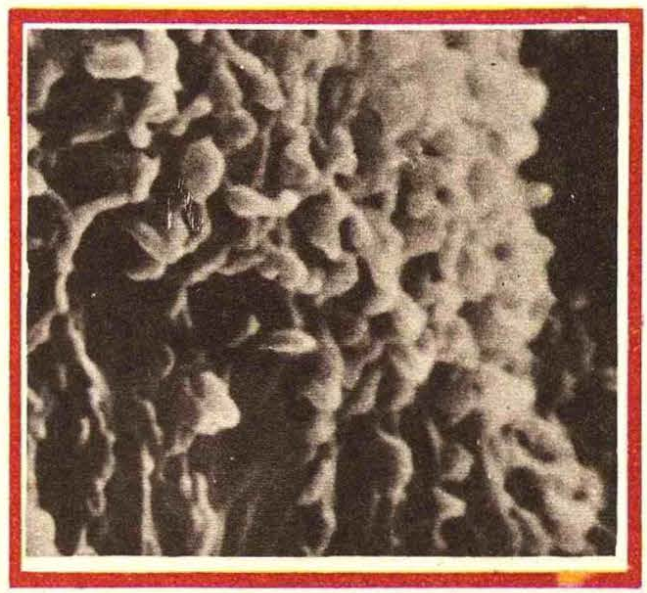


SECŢIUNEA ARTEREI

1. PĂTURA MUSCULARĂ
2. PĂTURA ELASTICĂ
3. LUMENUL AORTEI
4. UNDA ELASTICĂ ARTERIALĂ

V. VENTRICUL

MICROVILI AI SUPRAFEŢEI INTERIOARE A AORTEI (MĂRIRE 275 000)



cu ajutorul unui dispozitiv special aplicat pe artera radială sau pe carotidă, unde de asemenea se poate simți și chiar vedea cum se ridică peretele acesteia la fiecare undă de sînge. Unda pulsului are o formă asemănătoare cu cea înregistrată de Vișan la variația presiunii ventriculare, dar mai atenuată și pe traiectul ei descendent rezistența opusă de valvulele sigmoide atunci cînd se închid brusc, la modificarea presiunii din aortă, se proiectează sub forma unui croșet distinct, numit *dicrot*. Ca timp unda pulsului nu se suprapune exact celei a ventriculului, căci unda elastică a pereților aortei și arterelor necesită un anumit timp pentru a parcurge lungul arterei, astfel că unda și dicrotul sînt tot mai în întîrziere față de graficul ventricular, cu cît punctul de înregistrare este mai departe de aortă.

— Dar ce se întîmplă cu presiunea înregistrată în aortă?

— Din cauza frecării sîngelui de pereții aortei, a arterelor, a arteriolelor, a capilarelor, presiunea scade treptat, astfel că la nivelul capilarelor este de 20—40 mm Hg, iar cînd ajunge în sistemul venos, din aceeași cauză a frecării, ea scade la zero și poate fi chiar negativă, așa cum ai măsurat-o în vena cavă și auriculul drept.

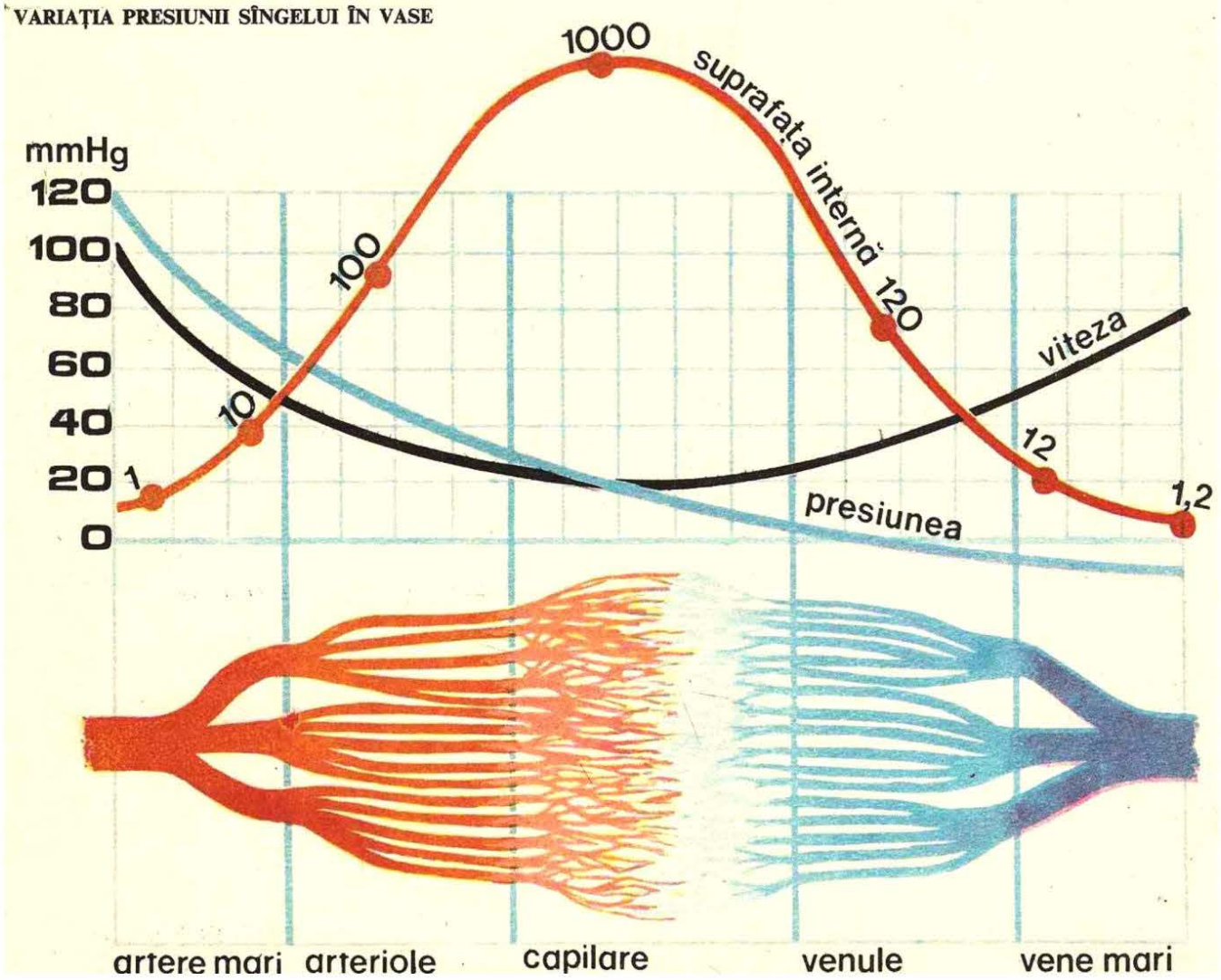
— Dar ca să scadă așa de mult trebuie ca frecarea de pereții vaselor să fie foarte mare, spuse din nou Mircea.

— Aorta se divide în artere (carotida, brahiala, pulmonara, hepatica, renala etc.), acestea se divid în arteriole care apoi se împart în mii de capilare ce irigă țesuturile. Se evaluează că suprafața internă a tuturor capilarelor reprezintă aproximativ o suprafață de peste 1 000 ori cea a aortei ; dar secțiunea totală a acestor capilare, care este în medie de circa 5 microni, e aceeași cu a aortei. Numai așa se poate înțelege circulația sîngelui, care curge continuu și numai astfel inima poate împinge în aortă o aceeași cantitate de sînge cît primește partea dreaptă a inimii din vena cavă, intervine Vișan.

— Da, înțeleg acum. Debitul sanguin este același la orice nivel al aparatului circulator, dar suprafața de frecare crește spre periferie și de aici scăderea presiunii sanguine. Atunci se explică și de ce viteza de circulație a sîngelui la ieșirea și intrarea în inimă este aceeași.

— Nu chiar aceeași. Dacă în aortă sîngele circulă cu o viteză de circa 40 mm de fiecare contracțiune cardiacă, în cavă această viteză este ceva mai mică, de numai 35—37 mm la fiecare aspirație cardiacă.

VARIAȚIA PRESIUNII SÎNGELUI ÎN VASE



Această mică diferență se datorește faptului că secțiunea totală a marilor vene este ceva mai mare (de 1,2 ori) decît aceea a marilor artere. Venele sînt astfel niște rezervoare de sînge, în care acesta poate sta un anumit timp și din care trebuie împins în circulație cu ajutorul mișcărilor mușchilor scheletici, care contractîndu-se presează asupra venelor, împingînd sîngele într-o singură direcție posibilă, înspre inimă, din cauza existenței unor valvule venoase (ca la vasele limfatice). Se înțelege că sîngele din membrele inferioare apasă mai mult asupra pereților venoși, căci i se adaugă propria greutate care trebuie învinsă pentru a ajunge la cavă, și din cauza aceasta oamenii care stau mult în picioare (frizeri, vînzători, laboranți, profesori etc.) suferă de varice, adică de o umflare a venelor picioarelor, care se pot uneori sparge provocînd hematoame și dureri.

— Este destul de ușor de înțeles acum circulația sîngelui, spuse mulțumit Vișan. O mătușă de a mea a avut varice grave, care pînă la urmă au fost operate. Era țărancă. E drept că stătea toată ziua în picioare, la gătit în bucătărie, la munca cîmpului.

— Unda asta elastică, întrebă Mircea, nu depinde și de cantitatea de sînge pe care o împinge ventriculul stîng în aortă?

— Este ușor de înțeles că în aortă poate intra o cantitate de sînge ce variază cu nevoile circulației. În timp de fugă mușchii au nevoie de mai mult sînge și inima își accelerează ritmul pompînd o cantitate uneori de 2—3 ori mai mare decît în repaus. O măsură a cantității de sînge împins în aortă o dă minut-volumul inimii, adică cantitatea de sînge împinsă în timp de un minut, care este egală cu volumul ventriculului stîng înmulțit cu numărul contracțiilor lui în timp de un minut. În mod normal minut-volumul inimii este de 70×72, adică circa 500 cm^3. Dar în efort numărul bătăilor inimii crește mult, putînd ajunge la 100—140 pe minut; volumul sîngelui împins în aortă se poate deci dubla. Dar acest plus de sînge întîmpină rezistența celui care este deja în aortă și artere, astfel că dilatarea acestora se mărește, dar și presiunea arterială crește. Dacă ea în mod normal este de 120 maximă și 70 minimă, în efort ea poate ajunge la 200 maximă și 120 mm Hg minimă. Este o stare de hipertensiune în timpul căreia se pot rupe pereții unor vase arteriole mai mici care devin puternic dilatați. Mai ales acolo unde pereții acestor arteriole sînt mai fini, cum este în regiunea creierului; așa apar hemoragiile cerebrale, în urma cărora o parte din țesutul cerebral este lipsit de circulație și celulele de aici nu mai funcționează.

— Cum apar astfel de hipertensiuni?

— Ele sînt de două feluri: de moment și cronice. Cele de moment apar în urma unor eforturi, încordări, enervări sau *stress*-uri și pot dura cîteva secunde sau cîteva ore, apoi presiunea revine la normal. Dar cele mai periculoase sînt cele cronice, care apar în urma unor dereglări endocrine și unor tensiuni nervoase de lungă durată, a unor regimuri alimentare prea sărate, abuz de nicotină etc., presiunea arterială crește an de an, ajungînd la valori înspăimîntătoare de 250 maxima cu 150 minima.

— Ce înseamnă exact maxima și minima, adică mai bine zis cui se datoresc? întrebă Mircea.

— Presiunea maximă este cea de 120—130 mm Hg ce apare în aortă în timpul sistolei ventriculare. Se numește și *presiune sistolică* și ea măsoară puterea de contracțiune a inimii; presiunea minimă este cea de 70 mm Hg, care apare la închiderea valvulelor sigmoide și este dată de valoarea presiunii din acel moment în aortă, care este consecința rezistenței pe care o opune coloana de sînge în arteriole și capilare, deci înaintarea acestuia prin sistemul arterial; ea apare în momentul diastolei ventriculare și măsoară rezistența vasculară. Valoarea acesteia crește în mod normal cu vîrsta, adică cu starea de sclerozare a pereților arteriolelor și a vaselor mici, care prin depozitarea de săruri de calciu își pierd elasticitatea tot mai mult și se pot rupe tot mai ușor.

— Cîte lucruri depind de circulația sîngelui prin artere! se miră Vișan. Știi că e minunat să începi să înțelegi cum îți funcționează corpul! Asta o datorez călătoriei voastre și descoperirilor fantastice ale lui Mircea.

— Dar și a ta, dragul meu, spuse acesta din urmă, căci împreună le-am făcut.

— Da, da, dar ideea și inițiativa au fost ale tale.

— Știi că idei pot avea mulți oameni, nu acestea ne lipsesc, ci ducerea lor la realizare și aceasta nu o poate face unul singur, așa că dacă nu ai fi fost tu alături de mine nu aș fi făcut nimic. Și aș vrea ca asupra acestui subiect să nu mai discutăm. Împărțim în mod egal tot ceea ce am făcut amîndoi.

— Lăsați acum disputele. Cred că amîndoi sînteți realizatorii acestei nave micronice și a tot ceea ce posibilitatea de micșorare a volumului obiectelor va mai aduce științei. Mai bine hai să mergem mai departe cu sîngele. Vă propun să ne oprim în splină.

Amicii mei au fost de acord, dar au cerut dreptul să mănînce ceva. Era deja seară și stomacurile noastre ne dădeau de veste că se apropie cina. Am mîncat fiecare ce am avut și cam după o oră am reluat drumul nostru prin corpul lui Vișan.

15

UN ORGAN FĂRĂ DE CARE SE POATE TRĂI

— Mircea, lasă-te antrenat de sîngele din aortă, dar mergi pe lîngă pereții vasului și ocolește ramificațiile laterale care ne-ar putea absorbi și atunci cînd îți voi indica intră în una din arterele dinspre stînga, ceva mai înainte de a da de marea arteră renală.

Astfel navigînd mai încet și chiar oprindu-ne din loc în loc pentru a recunoaște cam unde sîntem, am constatat printre altele că viteza sîngelui chiar la marginea aortei era foarte mică și că de multele evaginații și pliuri ale acesteia ne puteam oricînd opri.

— Am impresia că în circulația sîngelui prin vase se poate aplica legea lui Poiseuille, formulată la 1846 pentru curgerile prin tuburi solide, prin care debitul unui lichid într-o anumită secțiune a unui tub este dat de diferența de presiune între cele două extremități ale tubului, cu rază r, lungime L și vîscozitate v. Numai că aici trebuie aduse anumite corecturi din cauza neuniformității razei, lungimii și am impresia că nici vîscozitatea sîngelui nu este întotdeauna aceeași. De asta atunci cînd un astfel de lichid trece printr-o îngustare de calibru, așa cum e cazul între auricule și ventricule sau între ventricule și artera pulmonară și aortă, atunci se produc curenți cu viteze mai mari în centrul deschiderilor și mai mici pe margini, care provoacă vibrații și dau sunetele pe care le-am auzit în activitatea inimii.

— Iată o completare a explicării fenomenelor cardiace. Vezi de ce azi este nevoie ca biologii să fie alături de fizicieni și aș adăuga de chimiști, pentru a putea explica fenomenele vieții. Dar hai mai departe! Ia-o încet și intră în ramificația largă pe care o vezi la stînga. Este *artera splenică*. Apoi lasă-te condus pe lîngă pereți pînă vom ajunge în *pulpa splenică*, adică acolo unde vasele arteriale se deschid direct în niște sinusuri largi printre *celulele splenice*.

— Dar, în fond, la ce servește *splina* asta în organism? întrebă Vișan. Nu am știut niciodată prea multe despre rolul ei. Doar mă durea sub inimă atunci cînd fugeam prea mult și mama spunea că mă doare splina.

— Splina este încă un organ nu întru totul cunoscut. Este o formațiune legată numai de sistemul circulator și multă vreme s-a bănuit că este un organ cu secreție internă. Dar faptul că splina poate fi extirpată fără ca animalul sau omul să moară arată că nu este o glandă endocrină importantă. Greutatea ei normală la om este de circa 200 pînă la 300 g, depinzînd de cantitatea de sînge pe care o conține. În interiorul ei rețeaua circulației este foarte bogată, mai ales cea venoasă și sinusală, și conține și formațiuni limfoide, ca niște mici ganglioni limfatici, numiți *corpusculii Malpighi*. În aceștia sigur se formează leucocite (limfocite) și se găsesc macrofage pline de bacterii în cazul unor maladii infecțioase. În aceste cazuri splina se mărește prin hiperfuncționarea acestui țesut limfatic și dă fenomenul numit *splenomegalie*, care este evident în paludism, de exemplu.

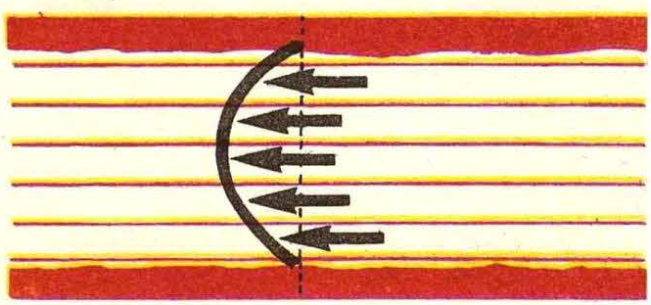
Dar iată-ne acum în pulpa splenică, adică între niște celule macrofage mari, care, precum vedeți, au spre exterior niște membrane ondulante, iar la interior sînt pline cu hematii în diferite stadii de degradare. Pulpa splenică este unul din locurile în care se distrug hematiile; aici este „cimitirul hematiilor bătrîne".

— Ce însemnează bătrîne, în cazul hematiilor? întreabă Mircea.

— Prin multe tehnici, dar mai ales prin marcarea cu fier radioactiv, s-a putut stabili destul de precis că durata medie de viață a unei hematii este de 120 de zile. Formarea eritrocitelor are loc în măduva osoasă, după care se eliberează în sîngele circulant fiind apte de a transporta oxigenul și CO_2, funcție pe care o îndeplinește bine timp de 4 luni. În acest timp, însă, o parte din *trama* ei conjunctivă se rupe și o parte din hemoglobină scapă spre exterior, iar hematia își modifică forma, devenind colțuroasă. Ajungînd prin circulație în așa-numitul sistem reticuloendotelial (adică cel alcătuit din macrofage) ce se găsește în ganglionii limfatici, în ficat, dar mai ales în splină, hematia bătrînă este înglobată de aceste celule și digerată. Ceea ce interesează acum este pe de o parte *globina* alcătuită din aminoacizi, care se degradează și se utilizează de celulă, iar *hemul*, grupul colorat al hemoglobinei este în bună parte desfăcut și se eliberează fierul, care de la splină și de la celelalte locuri cu țesut R—E este dus de sînge spre măduva osoasă, unde are loc sinteza și formarea de noi eritrocite.

— Așadar splina furnizează măduvei roșii fierul și acest element este astfel reciclat în organism. El nu se pierde. Sistemul de reciclare nu l-a inventat deci industria, ci este aplicat de mult de organism.

LEGEA LUI POISEUILLE



Şi probabil că acest fenomen se produce şi cu alte elemente, spuse Mircea.

— Da, organismul viu nu risipeşte nimic. El reutilizează fierul, dar şi glucoza, sărurile minerale, apa etc.; vom vedea mai bine la rinichi acest fenomen de reciclare.

— Dar hemul unde se distruge, căci numai fierul e eliberat de macrofage, dacă am înţeles bine, spuse Vişan.

— Ei bine, cu resturile *porfirinice* ale structurii hemului se petrece un alt fenomen. Ele sînt duse de sînge prin vena splenică la vena portă şi ajung în ficat, unde produc *bilirubina*, pigmentul care se elimină prin bilă. Funcţia biligenetică a ficatului îşi are originea în funcţia de destrucţie a hematiilor bătrîne de către splină.

— Şi cîte hematii se distrug pe zi în splină?

— Autorii au indicat date diferite. Dar cele mai credibile sînt cele care arată că în fiecare zi la om se formează în măduva roşie 3 500 milioane de hematii. În splină se pot distruge mai multe, existînd şi anemii de origină splenică.

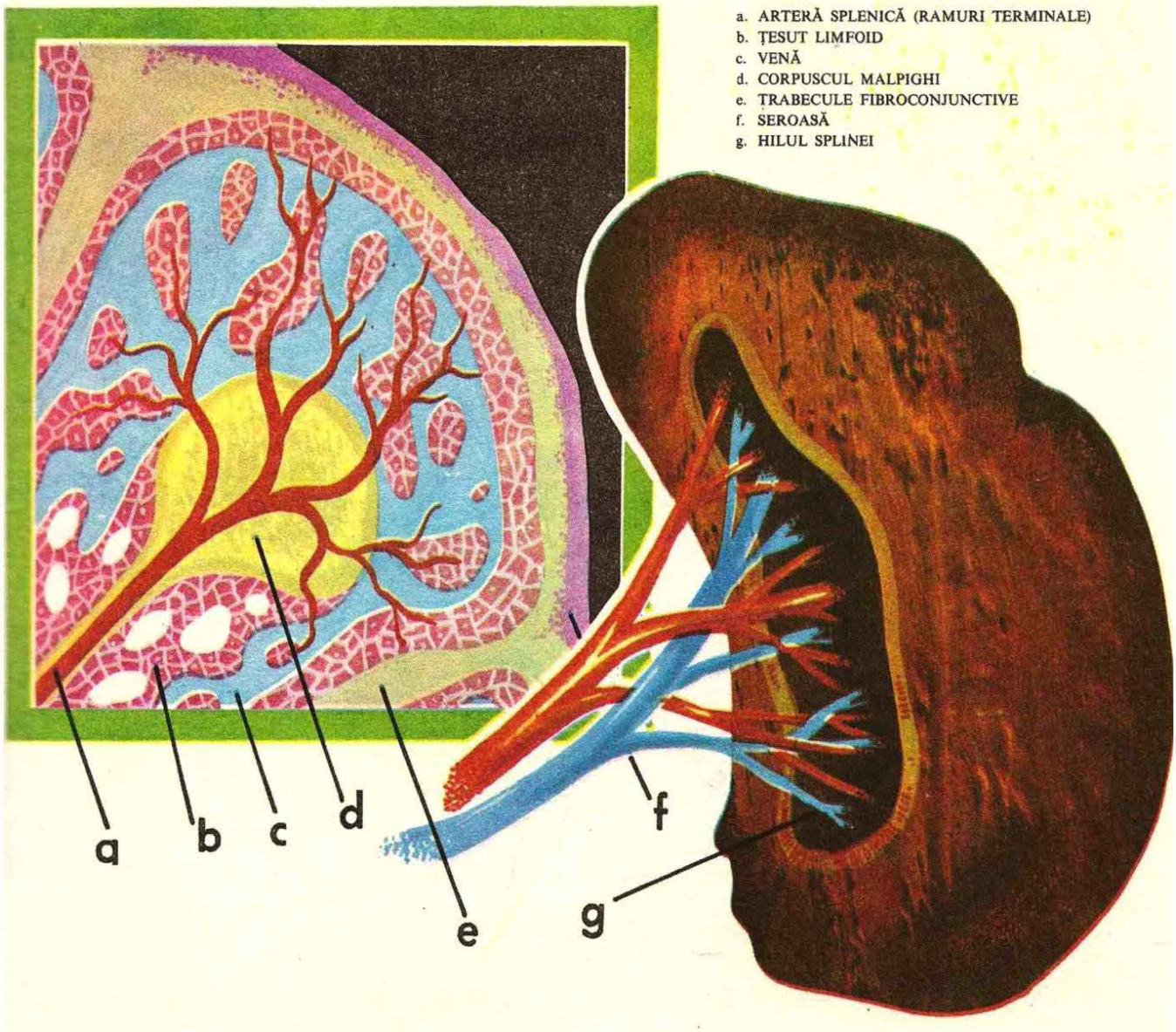
— În tot cazul capacitatea de formare a hematiilor este grozavă şi aceste bilioane de hematii ce se formează zilnic au la bază un material de construcţie proteică, ce vine din alimentaţie şi intră în această „fabrică de sînge"! Vişan era uimit de această producţie.

— Aşadar splina participă din plin la destrucţia hematiilor bătrîne. Mai are şi alte roluri?

— Se consideră că este un rezervor serios de sînge, în ea putîndu-se acumula 250—300 cm^3 de sînge, pe care îl poate brusc elibera în cazuri de nevoi urgente. Într-o intoxicaţie cu CO_2, de exemplu, splina varsă în sîngele deja intoxicat pînă la 1/2 litru din sîngele ei proaspăt pentru a întîrzia asfixia.

— Deci splina joacă şi rolul unui rezervor de sînge. Altceva?

— V-am spus că în corpusculii Malpighi se formează continuu leucocite, care se varsă în sînge. Viaţa mijlocie a unei leucocite este de 3—4 zile. Ele au un rol important în apărarea organismului împotriva infecţiilor bacteriene şi în astfel de cazuri, rolul leucopoietic al splinei se măreşte enorm de



mult. În splină se adună atunci şi leucocitele încărcate cu bacterii şi pînă la urmă moarte, dar se dezvoltă şi producţia lor astfel că splina se poate puternic mări, dînd forme de *splenomegalii*, care caracterizează o serie de boli infecţioase.

— Dar de ce ne doare „splina" cînd fugim sau cînd obosim prea tare?

— În timpul activităţii musculare (sau în infecţii) se produce *stress*-ul şi acesta este caracterizat întotdeauna printr-o mare descărcare de adrenalină în sînge, care excitînd sistemul reticulat al encefalului accentuează fenomenele de apărare şi adaptare. Dar adrenalina determină şi contracţia splinei.

— Dar date fiind toate aceste roluri ale splinei, cum se explică faptul că se poate trăi şi fără ea? întrebă Mircea.

— Este încă incomplet explicat acest fenomen. Dar după extirparea ei *(splenectomie)* se dezvoltă restul ţesutului reticulo-endotelial, care astfel suplineşte lipsa aceluia din splină. Totuşi la animalele fără splină se observă unele valori anormale în cantitatea colesterolului din sînge, a activităţii tripsinei pancreatice, şi a altor enzime, dar mai ales a nutriţiei; în general, ingerarea alimentelor creşte (voracitate accentuată); se tulbură şi creşterea. Vedeţi deci că şi splina are un rol bine determinat, ca şi amigdalele din gît, care şi ele pot fi extirpate fără a provoca moartea. Organe ca acestea, mai ales de natură limfatică, fiind alcătuite din ţesut limfatic se găsesc răspîndite în tot corpul şi se pot suplini unul pe altul, cel puţin parţial.

— Şi nu are şi un rol de secreţie internă?

— Cu toate că structura şi poziţia splinei o indică, nu s-a putut încă stabili cu siguranţă acest rol. Dar propun să mergem mai departe. Lasă-ne antrenaţi de curentul de sînge, treci printre macrofagele pe care le vedem în jur şi ajungi în spaţiul sinuos venos, iar de acolo să ieşim prin venule în vena splenică şi să ne ancorăm undeva la ieşirea din splină. Vom încerca să pătrundem prin peretele venos şi să ajungem în trunchiul arterial celiac (aortic) străbătînd nişte pereţi destul de greu, căci cei venoşi sînt înconjuraţi de pături musculare care le permit să se strîmteze sau să se dilate în urma unor excitaţiuni nervoase sau humorale, iar cei arteriali sînt formaţi mai ales din ţesut elastic compact; va fi o încercare care va solicita motoarele noastre magnetice.

— Numai să-mi spui pe unde să încerc să străbat aceşti pereţi venoşi şi arteriali. Cred că motoarele mele o să poată forţa o trecere chiar dacă ar fi să facem o gaură prin aceştia.

Cînd am simţit după mişcările aortice că sîntem în afara splinei, am indicat ancorarea navei şi am început să căutăm un culoar pe unde să străbatem pereţii venei splenice. Lucrul mergea uşor căci nava noastră se strecura printre celulele endoteliului, apoi printr-o pătură subţire de fibre elastice şi una mai groasă de fibre musculare, ieşind prin seroasa vasculară lîngă o arteră care pulsa ritmic. Am intrat în aceasta şi am avut dificultăţi la străbaterea păturii elastice care era groasă. Mircea a întors de mai multe ori nava şi a fortat-o tot mai mult ca să poată găsi loc prin desimea fibrelor elastice, mai ales atunci cînd ele erau destinse în timpul cînd unda elastică a pulsului le îndepărta puţin unele de altele. Ne-am oprit de cîteva ori. Mircea a verificat nu ştiu ce. L-a întrebat pe Vişan cîte turaţii a dat bobinelor de propulsie şi ce direcţie are axul motoarelor. Am mai încercat de cîteva ori să trecem, dar numai cu greu şi după multe eforturi am ajuns în afara păturii elastice şi în interiorul arterei. Am ancorat de pereţii acesteia şi Mircea a examinat amănunţit toate instalaţiile purtînd cu Vişan o discuţie tehnică din care eu nu am priceput mare lucru, decît că era pe undeva un neajuns tehnic, care trebuia remediat înainte de a merge mai departe.

— Spune-mi exact unde mergem acum, m-a întrebat Mircea, şi ce ţesuturi trebuie să mai străbatem. Căci nava ar trebui puţin revizuită şi înlocuite nişte axe de direcţie ale motoarelor magnetice. Dar dacă nu mai este cazul de a avea pereţi groşi de străbătut am putea să mai continuăm drumul.

— Eu aş vrea să mai explorăm rinichiul, vezica urinară şi suprarenalele, care se găsesc aici şi după aceea să ne mutăm în regiunea capului. Vom evita străbaterea de artere şi pături elastice rezistente, dar ar fi păcat să nu vedem tot ce este acum aproape.

— Bine, atunci hai mai departe. Vom urmări cu grijă deplasarea noastră, dar înainte de a ajunge la cap, aş vrea să ieşim, să facem reparaţiile necesare, căci prevăd că acolo vom avea de străbătut multe bariere. De acord?

— După mine, da. Hai deci cu grijă în lungul arterei aorte şi cînd îţi spun intri în artera renală stîngă.

16

FILTRUL CARE „DEPOLUEAZĂ“ SÎNGELE

— După ce o să o recunoşti?

— Mai ales după cantitatea de sînge ce intră prin ea în rinichi. Aceasta fiind una din cele mai mari pentru un organ cum e rinichiul care reprezintă abia 0,4% din greutatea corpului (ambii avînd circa 300 g), iar circulaţia prin ei este 25% din ceea ce varsă inima în aortă.

— De ce este nevoie de o astfel de circulaţie intensă? întrebă Vişan. Îmi pare extraordinară!

— Calculele şi experienţele de măsurători au arătat că prin ambii rinichi circulă 1 200 ml de sînge pe minut, ceea ce duce la aproape 1 800 litri pe zi. Această circulaţie extraordinară asigură epurarea sîngelui de substanţele catabolismului, care, în general, sînt toxice. Dar să fim atenţi! Cred că aici este artera renală. Ia-o pe lîngă pereţi şi mergi încet ca să putem urmări şi ramificaţiile acesteia în interiorul rinichiului. Noi ne îndreptăm acum spre rinichiul stîng, dar trebuie de la început să vă spun că ambii sînt constituiţi exact la fel, numai că au o altă orientare faţă de aorta şi cava inferioară. În ambii elementul morfofuncţional este *nefronul*, pe care îl vom cunoaşte mai îndeaproape.

Manevra s-a făcut cu grijă şi eram acum antrenaţi spre interiorul rinichiului pe o ramificaţie interlobulară, căci rinichiul are o alcătuire de lobi şi lobuli.

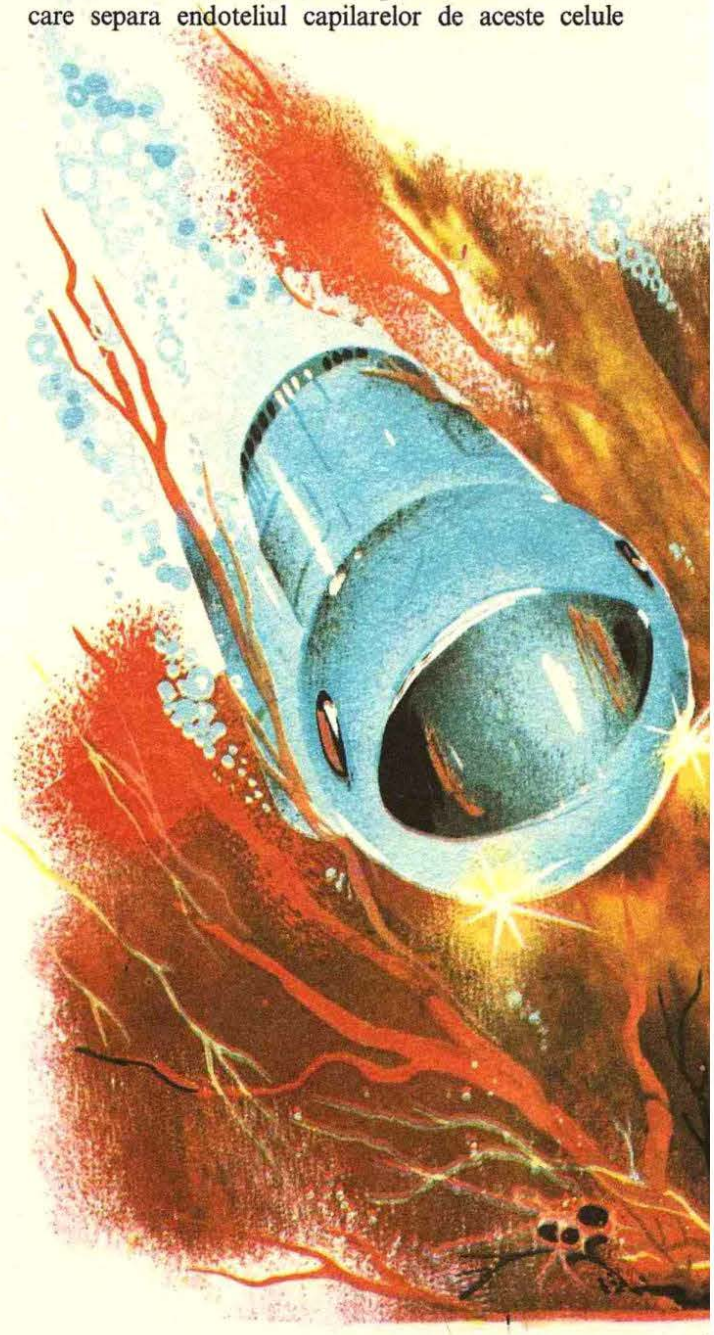
— Trebuie să vă fac o schemă de structură. Lobii sînt înconjuraţi de arterele (şi venele) interlobare, care la rîndul lor se scindează dicotonic în arterele şi (venele) arcate din care se detaşează numeroase ramuri de artere şi vene interlobulare. Dar să urmărim drumul nostru. Cred că sîntem acum într-o arteră interlobară. Da! căci iată că deodată am luat-o la dreapta pe cursul ei arciform. Trecem acum din nou spre exterior pe o arteriolă interlobulară, din care se ramifică vase mai mici de tip arterial spre glomeruli. Va trebui deci să ajungem în unul din aceştia. Mircea, te rog, micşorează viteza noastră şi măsoară presiunea.

— Este între 80 şi 90 mm Hg ; apoi după un timp : a ajuns 75.

— Fiţi atenţi că acum ne vom opri în reţeaua capilară a unui glomerul.

— Presiunea e de 70 mm Hg şi ne găsim într-un fel de spaţiu închis. Ar trebui să ancorez.

Într-adevăr ne găseam într-o îndoitură a unui capilar din glomerulul renal şi tot ce puteam vedea ni se părea foarte curios. Chiar eu priveam uimit ceea ce luminatoarele puternice ale navei făceau să poată fi văzut şi dincolo de peretele endotelial al capilarului. Acesta avea nişte pori minusculi, pe care Mircea i-a măsurat ca avînd mărimi variabile între 30 şi 85 Å (angstromi), dar unii erau lunguieţi, alţii erau circulari. Numai unde era nucleul celulei endoteliale protoplasma acesteia era continuă. În afara vasului de sînge se găseau nişte celule extrem de curioase. Nu văzusem aşa ceva niciodată. Erau ca o pătură ce acoperea endoteliul capilar, sub care se vedeau multe spaţii ca într-un burete. Acestea erau vestitele celule ale membranei interne a capsulei Bowman, care înconjurau glomerulul capilarelor şi se numeau *podocite* (podos = picior), adică celule cu picioruşe; ele se sprijineau pe membrana bazală, care separa endoteliul capilarelor de aceste celule



viscerale ale capsulei lui Bowman. În secțiune aceste celule podocite semănau într-adevăr ca avînd picioruşe la locul de contact cu membrana bazală.

— Dacă te uiți atent şi membrana bazală are pori, spuse Mircea. Ei sînt mai mărunți şi mai uniformi. Au un diametru de 20—30 A şi se găsesc mai ales între spațiile picioruşelor podocitelor. O adevărată sită cu ochiuri diferite. La ce o fi servind acest ciur?

— Sîngele vine cu o presiune de 70 mm Hg şi se răspîndeşte într-o rețea abundentă de capilare, fiecare ramificație a arteriolei glomerulare se divide în mai multe ramuri care formează un fel de „lobuli capilari", înveliți într-o membrană de celule podocite. Între .sînge şi spațiul capsulei Bowman există un sistem de membrane ciuruite: endoteliul capilar, membrana bazală şi spațiile podocitelor. Prin acest ciur trec, în funcție de presiunea sîngelui, toate lichidele şi substanțele solvate ale căror dimensiuni spațiale sînt mai mici decît diametrul celor mai mici pori, cei ai membranei bazale de 30 Å, trec deci plasma sîngelui, fără nici un fel de globule, bineînțeles, şi fără marile molecule proteice (albumine, globuline). Tot acest lichid filtrat se adună în capsula Bowman, formînd ceea ce numim *„urina primară"*, care este deci asemănătoare cu plasma sîngelui, dar nu are proteine şi globule.

— Cît poate lăsa să treacă acest ciur? întrebă Vişan.

— Cantitatea de lichid este mare, dar depinde exact de presiunea sîngelui, cu care este proporțională. Să nu uităm că în sînge există o presiune coloidosmotică de o valoare de 25 mm Hg, care în mod normal se opune celei arteriale, astfel că eficace rămîne numai valoarea de 45 mm Hg. Dar lichidul din capsula Bowman se împotriveşte străbaterii curentului din sînge înspre afară, cu o presiune de circa 10 mm Hg, care se scad şi ei din cei 45 de mm şi rămîne o valoare finală de 35 mm Hg cu care lichidul plasmatic din sînge este împins prin filtrare în capsula Bowman.

— Ce suprafață de filtrare are glomerulul?

— Socotind că în ambii rinichi sînt cam 2160 000 de nefroni şi că fiecare din glomeruli are cam 100 microni pătrați suprafață endotelială, rezultă că suprafața de filtrare este de circa 2 m^2.

— Dar atunci cantitatea de plasmă filtrată trebuie să fie foarte mare, dacă ea e împinsă cu o presiune de 35 mm Hg pe o suprafață poroasă de 1 m^2, spuse Mircea.

— Da, este. Se evaluează în urma măsurătorilor că ea este pe ambii rinichi de circa 180 litri pe zi.

— Unirea face puterea! spuse Vişan admirativ. Dar noi nu eliminăm ca urină decît mult mai puțin. Ce se întîmplă cu această cantitate enormă ce trebuie filtrată?

— Glomerulul se continuă cu un *tub urinifer*, care are o lungime de 40—60 mm şi coboară în *zona medulară* a rinichiului în *papilele renale*, îndoindu-se, apoi revenind aproape de glomerul. Acest tub urinifer este alcătuit din trei porțiuni, cu structuri şi funcțiuni diferite: mai întîi *tubul contort proximal*, legat prin col (gît) direct de capsula Bowman, are celule cilindrice, mari, cu mulți microvili înspre interior; apoi un tub mult îngustat care coboară în medulara papilei, numit *ansa lui Henlé;* ea se continuă, în sfîrşit, cu *tubul contort distal*, tot în zona corticală; el se varsă apoi în *tubul colector urinifer*, care se uneşte cu un altul şi formează *tuburile Bellini*, ce se deschid pe papile şi duc urina în *basinetul renal*, de unde apoi ea curge prin ureter spre vezica urinară.

În acest timp am făcut o schiță a structurii acestui tub renal fără de care nu o să putem înțelege fenomenele de *resorbție şi secreție* care au loc în aceste trei părți, şi grație cărora se formează *urina finală.*

— Şi acum, Mircea, desprinde-te şi încearcă să străbați printr-unul din porii mai mari, lărgindu-l, şi să ajungem în interiorul capsulei Bowman. În acest timp am să povestesc ceva în legătură cu rețeaua de sînge pe care o părăsim. Sîngele iese din glomerul printr-o venulă în care presiunea lui a scăzut aproape la zero; aici, între presiunea lui spre exterior (hidrostatică) şi cea coloidosmotică, este egalitate, aşa că nu mai există nici o presiune de filtrare. Acest sînge se răspîndeşte într-o nouă rețea de capilare foarte abundente care înconjoară tot *tubul contort proximal, ansa Henlé* şi cel *distal.* Înțelegeți că raporturile de schimb între acest sînge şi lichidul din lumenul tubului urinifer sînt cu totul altele decît în capilarele glomerulare.

În acest timp manevrele lui Mircea au izbutit să ne treacă prin porii endoteliului, prin cei ai membranei bazale şi pe sub bolta picioarelor celulelor podocite şi să ajungem în spațiul capsulei. Am făcut cîteva mişcări în acest lichid în care Mircea ne anunța că este o presiune de 35 mm Hg şi că dacă ne lăsăm antrenați ne îndreptăm spre un tunel cu celule care au microvili.

— Dă-i drumul, Mircea, încet. Aceasta ne este direcția.

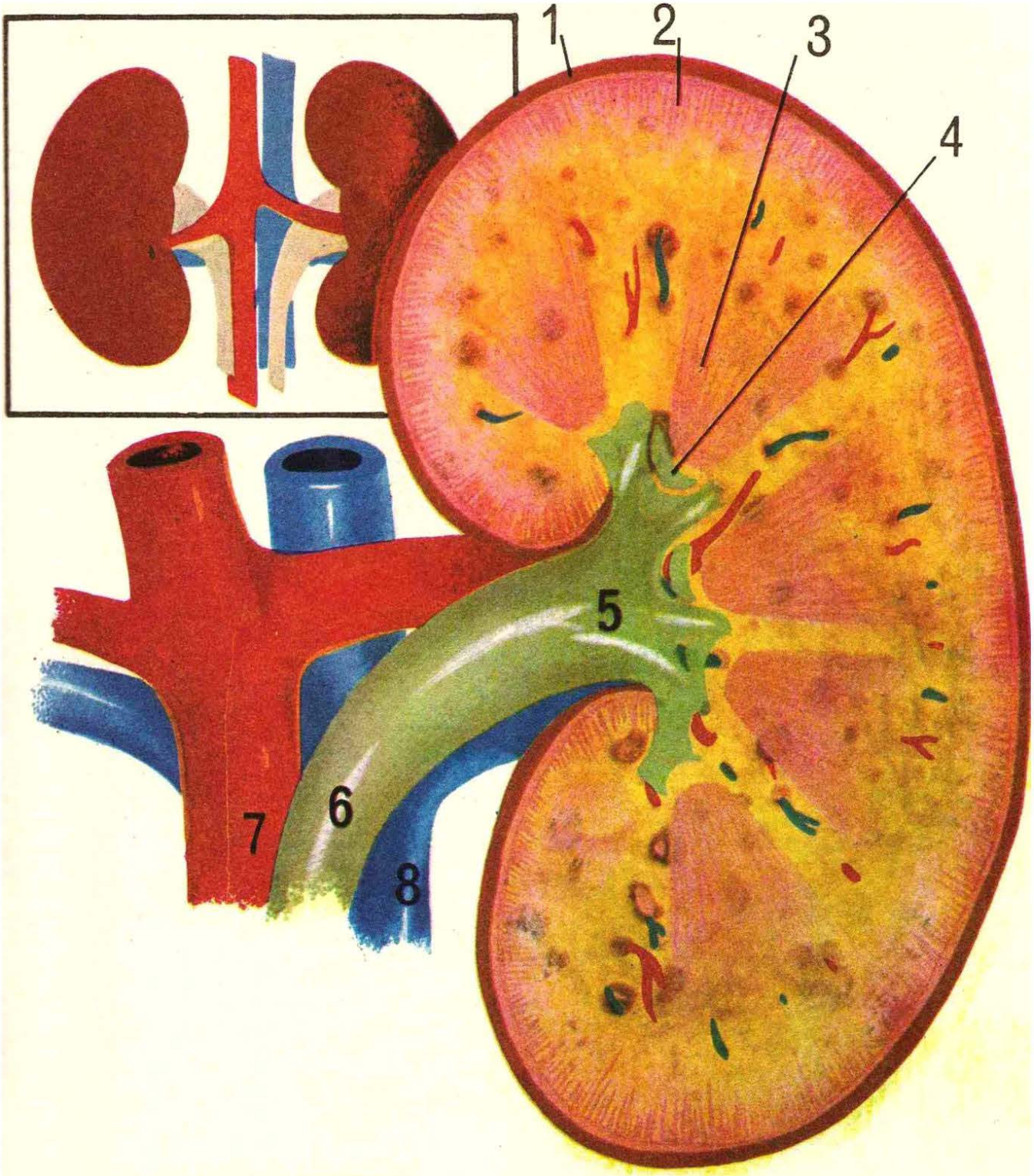
Intrăm astfel în lumenul tubului contort proximal care are o lărgime de circa 500 microni. Ne-am oprit pe una din margini şi am rugat pe amicul meu să pună autoanalizoarele în funcțiune şi să ne spună care este compoziția acestui lichid, rezultat al filtrării prin porii glomerulului. După un timp rezultatele analizei ni se comunicau pe rînd:

92% apă, 0,1% glucoză; mici cantități de uree, acid uric, creatinină, bilirubină, colesterol, acid lactic, săruri de sodiu, potasiu, calciu, cloruri, bicarbonați, sulfați, amoniac şi foarte puține grăsimi libere.

— Dacă vă amintiți de la sînge, aceasta este şi compoziția chimică a plasmei, numai că acolo erau şi proteine ca albumine, globuline şi fibrinogen.

— Şi în lichidul nostru există puține albumine, mai mult molecule de peptide şi polipeptide, al căror diametru molecular este mai mic decît acela al porilor.

— Vă rog acum să vă gîndiți că aici este o presiune hidrostatică de 35 mm Hg şi lipseşte cea coloidosmotică, fiindcă nu mai sînt proteine, iar în rețeaua de sînge din exterior nu există nici o presiune hidrostatică, fiindcă ea este o rețea port-renală, adică o a doua rețea de capilare pe traiectul unei arteriole şi prin frecarea sîngelui de pereții primei rețele capilare



STRUCTURA RINICHIULUI

1. CAPSULĂ RENALĂ
2. CORTEX RENAL
3. PIRAMIDĂ RENALĂ
4. PAPILĂ RENALĂ
5. BAZINET
6. URETER
7. ARTERĂ RENALĂ
8. VENĂ RENALĂ

presiunea sîngelui s-a pierdut complet. Aşadar de aici înspre sînge există o împingere foarte puternică pe de o parte, iar pe de alta în sîngele din reţeaua periproximală o bună parte din elementele de aici se găsesc într-o cantitate mai mică sau chiar lipsesc, astfel că cele de aici vor trece în sînge atît în baza forţelor de presiune hidrostatică, cît şi în baza forţelor osmotice. Această trecere este obligatorie şi în tot lungul tubului contort proximal trece în sîngele reţelei periferice o cantitate totală de 150 litri pe zi, ducînd cu ea toată glucoza, bilirubina, ionii bicarbonici. Aceste substanţe care se reabsorb complet în sînge din urina primară nu trec mai departe decît dacă concentraţia lor în urina primară (deci şi în sînge) depăşeşte o anumită valoare, numită de prag. În mod normal, în sînge şi urina primară, glucoza este de 0,1%; cînd însă în sînge (şi deci şi în urina primară) se ajunge la 0,2% — (în diabet, după o ingerare foarte bogată de dulciuri) atunci o parte a glucozei trece prin tubul proximal, prin ansa Henlé şi ajunge în tubul distal şi de acolo în urina finală. Spunem că avem *glicozurie*. Concentraţia de prag a glucozei este de circa 0,15%. Şi ca glucoza sînt şi multe din substanţele amintite.

— Dar cum se stabileşte că o substanţă este „de prag"?

— La asta nu-ţi pot răspunde decît prin aceea că organismul reţine substanţele preţioase şi elimină pe cele neutile, dar mecanismul intim prin care se realizează această selecţie nu se cunoaşte exact.

— Oricare ar fi mecanismele de trecere într-o parte sau în alta, lichidul care trece mai departe nu mai are compoziţia chimică şi proprietăţile fizico-chimice a celui de aici. Aşa că numirea de urină primară dată acestei cantităţi de 180 l pe zi este justificată.

— Te rog, Mircea, să mergem mai departe; să fii atent că vom ajunge într-o porţiune foarte strîmtă a acestui tub, care se îndoaie în jos şi care prin strîmtarea ei reprezintă şi o rezistenţă de înaintare a lichidului de aici, menţinînd presiunea lui de 35 mm Hg şi favorizînd fenomenele de reabsorbţie la acest nivel.

Mergînd aşa pe lîngă celulele cu microvili am ajuns într-o porţiune ce se strîmtorează tot mai mult; celulele îşi pierdeau bordura lor de microvili şi lumenul în care ne avîntam abia avea 30 microni diametru. Viteza de scurgere era acum mult mai mare decît înainte.

— Să ne oprim puţin şi aici, în ansa Henlé, cum se numeşte această porţiune strîmtă, care face ca atunci cînd lichidul iese în tubul distal să nu mai aibă nici o presiune. Prin analize şi prin tehnici foarte fine s-a putut lua lichid şi de aici şi s-a constatat că de la exterior intră uree şi sodiu şi iese spre exterior apă. Ca urmare concentraţia generală a acestui lichid se măreşte şi atunci cînd el ajunge în tubul distal va avea o compoziţie diferită de cel care iese din tubul proximal.

— Aici se vede perfect legătura între structură şi funcţiune, spuse Vişan; modificările de structură determină schimbări în valorile fizice ale presiunii, sigur şi ale vîscozităţii lichidului, dar şi schimbări ale compoziţiei chimice ale lichidului intern, adică a urinei primare.

— Dar hai mai departe, Mircea.

— Dînd drumul navei cu încetul am ajuns din nou într-un spaţiu larg de peste 400 microni diametru în care fluxul lichid era din nou încet.

— Aici sîntem în tubul distal, în care mai ajung cîte 30 litri de urină primară pe zi, dar din care nu iese decît $1^1/_2$ l de urină finală, cea pe care o eliminăm fiecare zilnic. Întreg acest segment distal stă sub un control hormonal în ceea ce priveşte schimburile lichidului de aici cu sîngele din reţeaua din jur. Aici este locul unde acţionează hormonul antidiuretic (ADH) al hipofizei posterioare; el este eliberat în urma unor excitaţiuni osmotice ale sîngelui, care în lipsa apei (în cazuri de secetă, de exemplu) se concentrează şi excită osmoreceptorii din regiunea hipotalamusului anterior, de unde se secretă un produs, care, alunecînd în lungul axonilor ajunge în posterohipofiză, iar aici intră în sînge şi cu acesta vine la tubul distal, blocînd eliminarea apei sau, mai bine zis, provocînd absorbţia cît mai puternică a apei din această regiune. Ca urmare se micşorează (sau chiar se suprimă uneori) eliminarea de apă şi de urină finală.

— Un mecanism cu origine îndepărtată, dar foarte eficace, spuse Mircea. Dar de ce acest hormon antidiuretic acţionează specific aici şi nu şi în altă parte unde se pierde apa, de exemplu în intestinul gros?

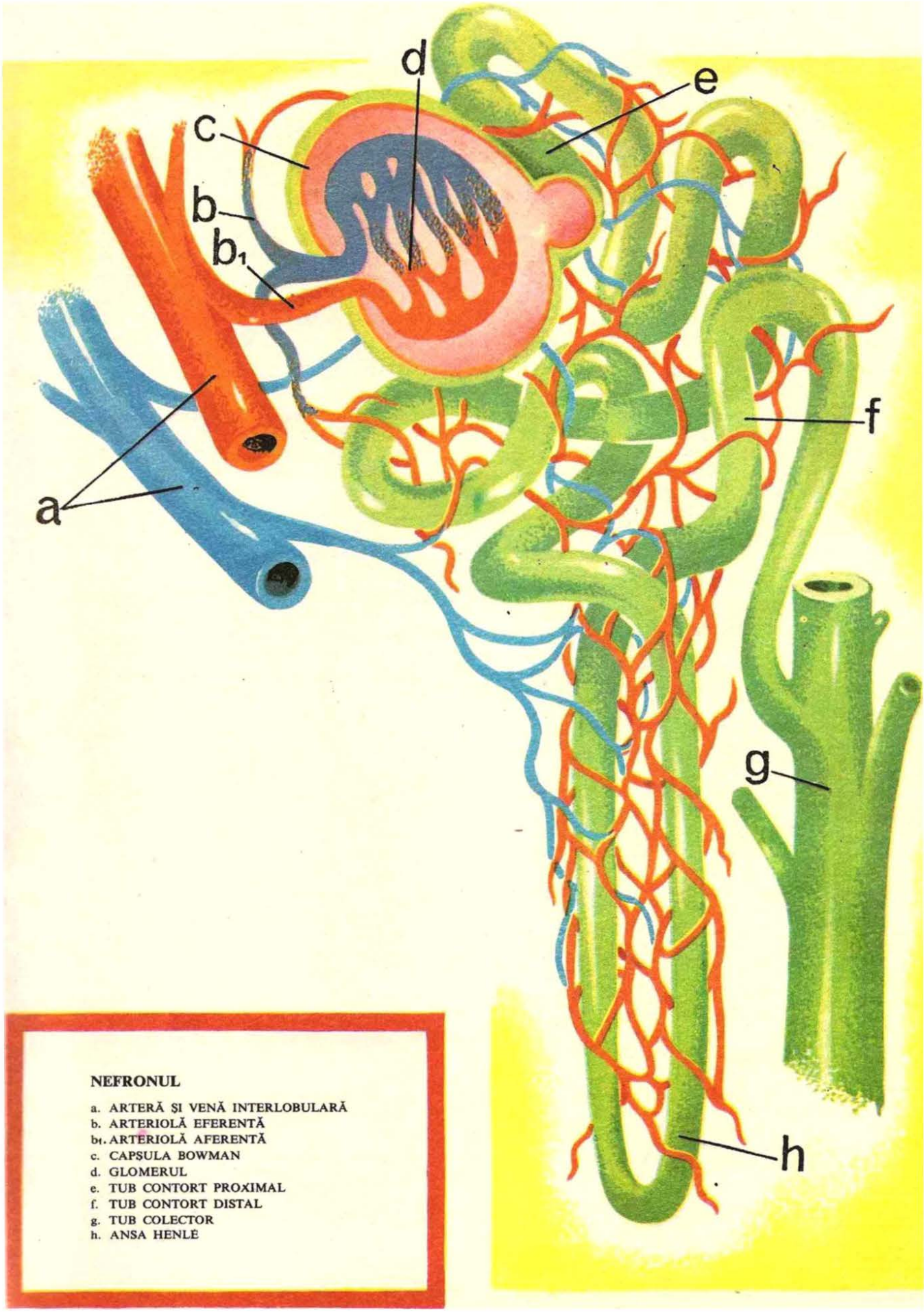
— Mircea, dacă la toate întrebările s-ar putea răspunde nu am mai avea ce cerceta. Nu pot să-ţi răspund deci şi nu se ştie cum s-a produs în cursul timpurilor această legătură funcţională între ADH şi tubul distal al nefronului. Cert este că există şi o putem azi studia cauzal.

— Şi atunci cum se modifică aici compoziţia lichidului urinar?

— Staţi că încă nu am terminat! În afară de ADH care reglează cantitatea de apă, aici mai activează şi un hormon suprarenalian, numit aldosteron (ASH), care influenţează bilanţul dintre sodiu şi potasiu. În lipsa lui se elimină total sodiul şi potasiul din lichidul distal şi organismul se „desărează". Acest lucru se întîmplă în insuficienţele suprarenale, bolnavii care suferă de o astfel de boală trebuie să consume mult mai multă sare pentru a putea să-şi păstreze un sînge osmotic normal. Dar aici este un adevărat mecanism de „feed back". De valoarea raportului Na/K din sînge depinde secreţia de aldosteron; cînd valoarea acestui raport scade (indiferent din care cauză: scăderea Na sau creşterea K) se intensifică secreţia de ASH, ceea ce face ca la nivelul tubului distal să se mărească reabsorbţia de sodiu şi să se intensifice eliminarea de potasiu şi astfel să se readucă valoarea raportului Na/K la normal.

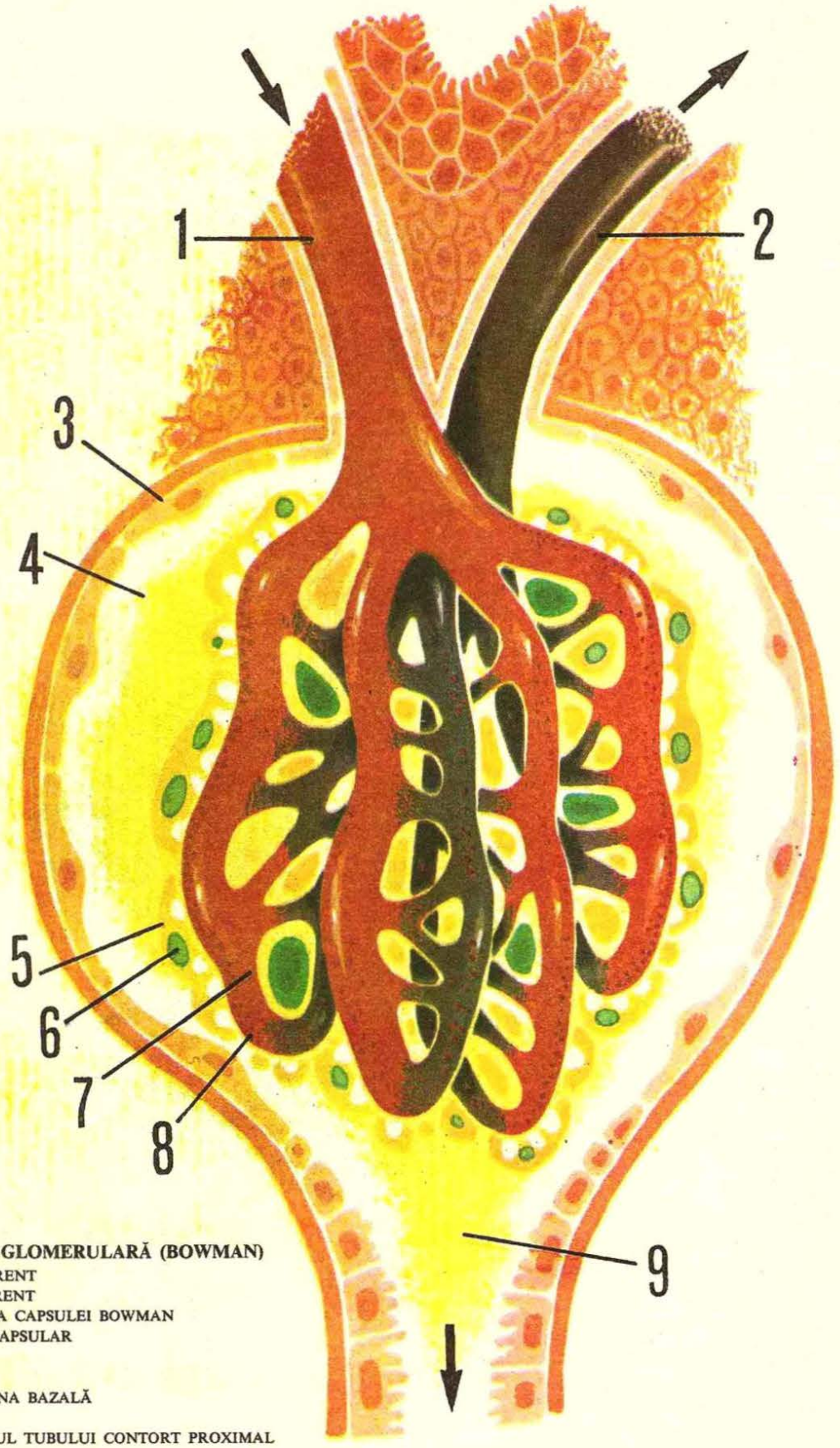
— Da, e un frumos exemplu de reglaj „automat" al unui fenomen biologic şi mai ales de admirat este că el se face cu cantităţi foarte mici de sodiu şi potasiu!

— Mai amintesc că tot la acest nivel al tubului distal intervine şi hormonul paratiroidelor, *parathor-*



NEFRONUL

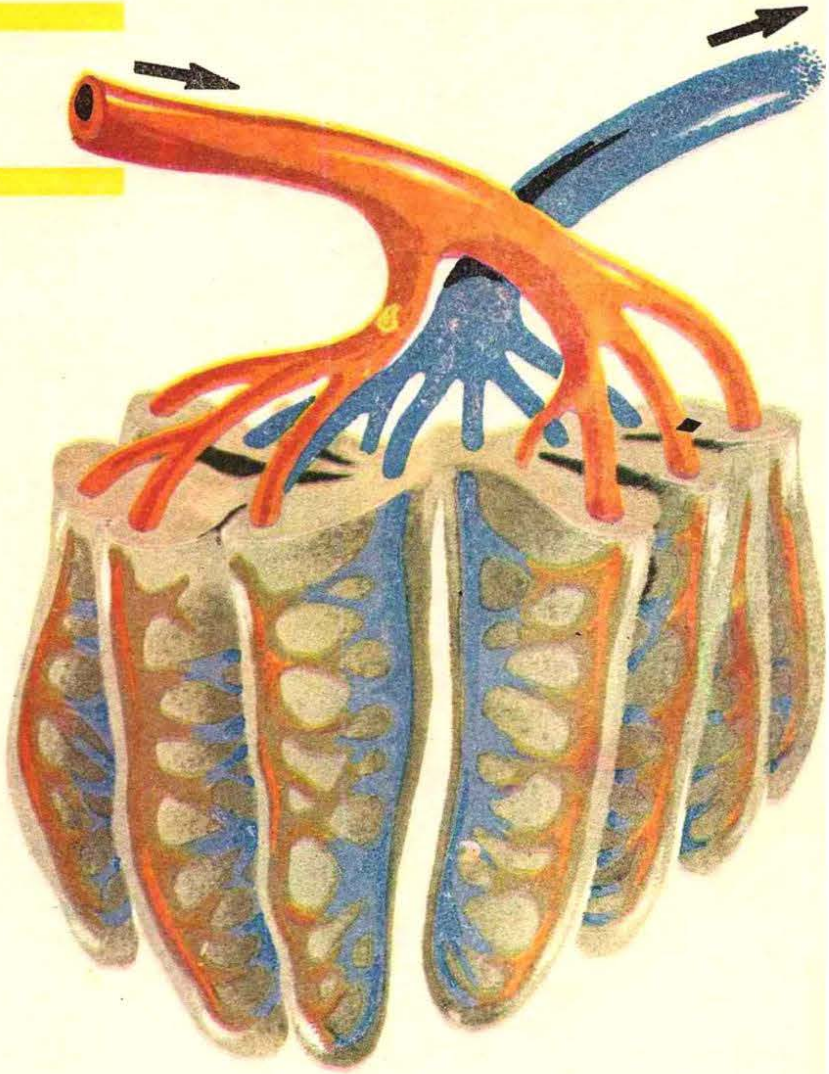
a. ARTERĂ ŞI VENĂ INTERLOBULARĂ
b. ARTERIOLĂ EFERENTĂ
b_1. ARTERIOLĂ AFERENTĂ
c. CAPSULA BOWMAN
d. GLOMERUL
e. TUB CONTORT PROXIMAL
f. TUB CONTORT DISTAL
g. TUB COLECTOR
h. ANSA HENLE



CAPSULA GLOMERULARĂ (BOWMAN)

1. VAS AFERENT
2. VAS EFERENT
3. CELULĂ A CAPSULEI BOWMAN
4. SPAȚIU CAPSULAR
5. PODOCIT
6. NUCLEU
7. MEMBRANA BAZALĂ
8. PORI
9. ÎNCEPUTUL TUBULUI CONTORT PROXIMAL

CELULE ALE MEMBRANEI INTERNE A CAPSULEI BOWMAN



monul (PTH), care în mod normal reține o parte din fosfatul de calciu; dar în lipsa lui această substanță este eliminată în cantități mari și organismul trebuie să o ia din oase pentru a menține echilibrul ionic și osmotic al sîngelui.

— Este interesant, spuse Vișan, că la acest nivel al tubului distal acționează trei glande endocrine: hipofiza posterioară cu ADH, corticosuprarenala cu ASH și paratiroida cu PTH. De aici se vede cît de complexe sînt reglările funcțiunilor vieții!

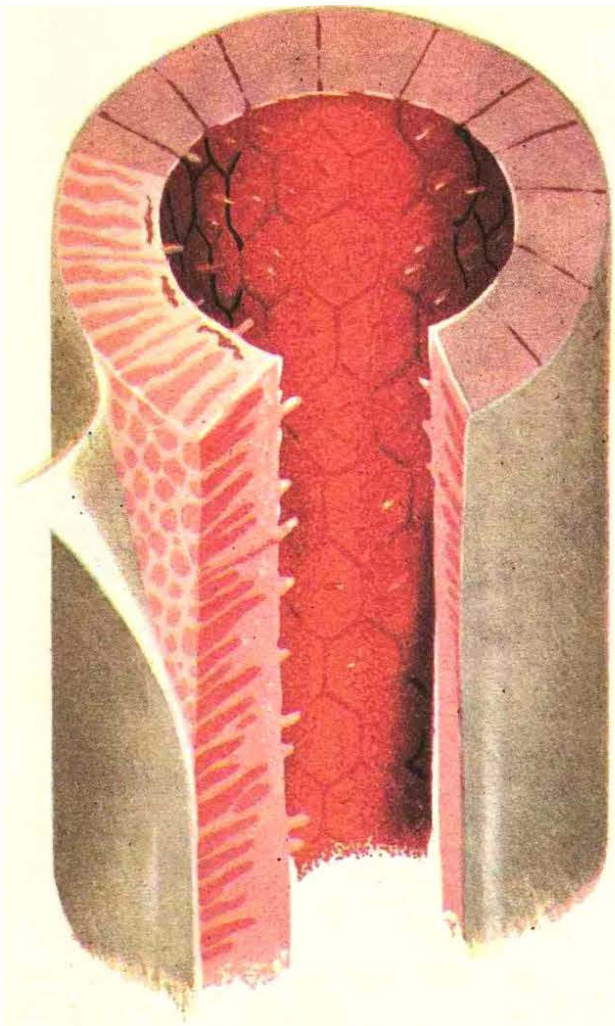
— Ca rezultat al tuturor acestor intervenții fizice și hormonale în tubul distal se mai absorb 27½ litri apă, mai dispare uree, sodiu, calciu, magneziu, și vin potasiu și ioni de hidrogen (în funcție de reacția acestui lichid) și ceea ce trece în tubul colector este urina finală, cu o compoziție cu totul alta decît plasma sanguină sau urina primară. Ea are 95% apă, iar componentele ei se găsesc mai concentrate decît în urina primară în următoarele proporții:

amoniacul	de	1 000—	3 000 ori
creatinina	de	80—	120 ori
ureea	de	60—	70 ori
sulfații	de	30—	80 ori
săruri de potasiu	de	10—	15 ori
săruri de Ca, Na, Cl,	de	1—	3 ori

Aceste deosebiri arată că pentru fiecare substanță se produce un fenomen special de reabsorbție (sau de secreție) în lungul tubului urinifer. Urina finală este rezultatul unor astfel de procese complexe și specifice pentru fiecare component.

— Te rog să ne lași puțin să ne gîndim la toate acestea, spuse Mircea, căci pentru noi este o noutate acest complex de intervenții de fenomene fizice de filtrare și reabsorbție în funcție de presiunea hidrostatică și osmotică, și de secreție, care e un fenomen vital. Intervenția hormonală determină transferuri active din partea celulelor tubului contort și sigur că acestea se fac cu cheltuială energetică. S-a putut măsura această cheltuială ?

— Precum ați văzut în acest proces, care pare destul de simplu de înțeles, sînt încă o mulțime de fenomene pe care nu le cunoaștem decît ca rezultat final și nu ca mecanisme intime ale celulelor nefronului. Știm doar că atunci cînd este necesară o eli-



TUBUL CONTORT PROXIMAL

minare mai intensă a unor substanţe de excreţie, se măreşte consumul de oxigen al celulelor renale, ceea ce denotă clar o mărire a cheltuielilor energetice, dar intimitatea fenomenelor celulare aici nu este deloc bine cunoscută.

— Şi ce facem acum? întrebă Mircea.

— Mergem mai departe pînă în vezică.

— Deci înainte!

— În acest timp am să vă povestesc ceva despre rinichiul artificial, care se utilizează azi în clinică pentru bolnavii de rinichi.

— Chiar voiam să te întreb despre bolile rinichiului.

— Nu pot să vorbesc despre acestea, decît despre un sindrom care este destul de general la toate afecţiunile renale: uremia, adică neputinţa de a elimina ureea şi alte substanţe toxice din sînge. El apare mai ales în nefrite (boli cu leziuni glomerulare sau ale tubilor contorţi). Ei bine, ridicarea ureei peste 5 g la litru în sînge produce tulburări grave în fenomenele respiratorii, digestive, nervoase şi în circa 10 zile moartea. Pentru a preîntîmpina acest sfîrşit s-a încercat eliminarea ureei din sînge prin perfuzie intestinală: se bagă o sondă prin nas pînă dincolo de duoden şi prin aceasta se introduce în intestin o soluţie minerală asemănătoare cu plasma care trece şi se elimină prin anus (cantităţi de zeci de litri), dar procedeul este greoi. S-a încercat perfuzia abdominală, adică introducerea unui lichid asemănător cu plasma printr-o sondă în partea stîngă a cavităţii abdominale şi ieşirea lui prin alta în partea dreaptă; lichidul lua din sîngele ce circula în peritoneu ureea şi astfel cantitatea acesteia scădea. Procedeul actual este acela al rinichiului artificial — care este o instalaţie existentă azi aproape la toate spitalele mari — în care sîngele de la artera radială este condus printr-un sistem de vase de plastic la un dializor cilindric în care circulă un lichid asemănător cu plasma, dar fără uree şi cu puţine proteine. Sîngele pierde aici ureea şi bicarbonatul şi se întoarce printr-un alt sistem de tuburi în vena mediană de la încheietura cotului. În acest sistem sîngele îşi pierde complet ureea şi periodic el trebuie din nou trecut prin rinichiul artificial pentru purificare. Nu e ceva plăcut, dar poate fi eficace.

În timp ce lămuream aceste lucruri nava noastră a trecut prin bazinet şi s-a angajat în lungul ureterului, a canalului care duce de la fiecare rinichi la vezica urinară.

— Dar înregistrez nişte variaţii de presiune externă care apar cam la 20—30 secunde. Cui se datoresc?

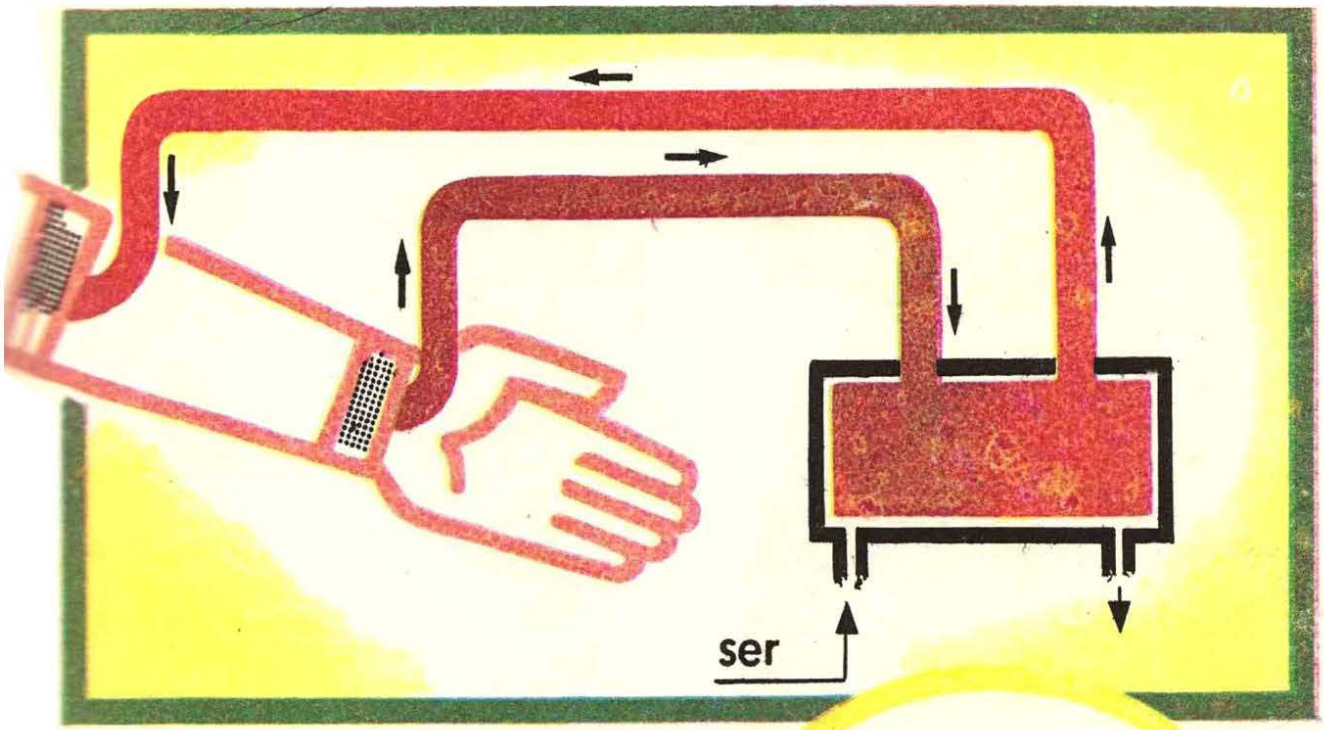
— Ureterul este un canal muscular şi are unde peristaltice, ca şi intestinul, care se produc de cîteva ori pe minut şi care împing urina spre vezică. Variaţiile de presiune înregistrate se datoresc deci acestor unde ale pereţilor ureterului. În mod conştient nu le simţim, dar dacă cumva pe traiectul ureterului a intrat o piatră din calculii renali, atunci ea produce contracţii puternice, spasmodice, cu crize acute de durere, care se opresc numai atunci cînd concreţiunea ajunge în interiorul vezicii.

— Apropo, ce sînt aceste pietre la rinichi? Am impresia că şi eu am cîteva, căci am avut o criză teribilă într-o noapte şi medicul mi-a spus că probabil o pietricică s-a angajat pe ureter. Mi-a prescris un regim sever, fără carne, dar după cîteva luni am renunţat la el şi de atunci crizele nu mi-au revenit, spuse Vişan.

— În componenţa urinei există acidul uric, drept că în cantitate mică, dar el creşte atunci cînd se consumă multe proteine şi cu ele acizii nucleici ai celulelor. Aceştia dau, ca rezultat de digestie şi catabolism, acidul uric, care însă nu este solubil în apă şi formează cristale, în alcătuirea cărora poate intra şi colesterol. Astfel se formează nişte complexe solide de urati şi colesterol, care sînt la început mici, alcătuind nisipul renal, dar dacă produşii ce intră în alcătuirea lor se înmulţesc atunci iau formă de pietre. De obicei rămîn în bazinet, dar se pot angaja pe traiectul ureterelor, provocînd durerile acute de care a suferit şi Vişan.

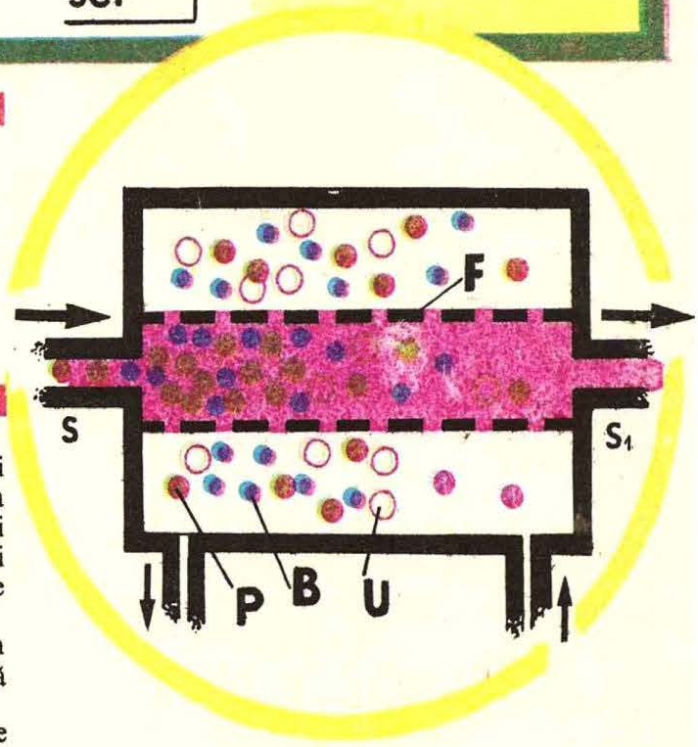
— Şi ce trebuie să faci ca să nu se producă?

— E destul de greu de dat reţete, căci formarea uraţilor depinde de tipul individului (nervos şi hormonal), adică de teren, şi cu un acelaşi regim alimentar şi de viaţă unii membri ai aceleiaşi familii



PRINCIPIU (SCHEMA) RINICHIULUI ARTIFICIAL

S. SÎNGE ALTERAT
S_1. SÎNGE PURIFICAT
F. FILTRU
P. PROTEINE
U. UREE
B. BICARBONAT



fac pietre, alţii nu fac; unii fac ulcer, alţii nu fac, unii devin hipertensivi, alţii nu etc. În tot cazul carnea conţine elementele de formarea pietrelor renale şi renunţarea la ea poate îndepărta momentul formării lor. Mai adaug că există şi calculi de altă compoziţie chimică: oxalaţi, carbonaţi, fosfaţi...

— Fraţilor, zise Mircea, am impresia că ne găsim undeva în peretele vezicii, căci simt o rezistenţă la înaintare.

— Cred că ne găsim în canalul ureteral ce se deschide oblic în pereţii vezicii, astfel că presiunea din interiorul acesteia îl comprimă, împiedicînd complet ca urina să meargă înapoi pe ureter. Este o dispoziţie anatomică foarte eficace care joacă rol de „clapă" ce permite înaintarea urinei numai pe o singură direcţie, spre vezică. Dar cu o undă peristaltică dă-i drumul să ajungem în interiorul vezicii şi acolo ancorează undeva.

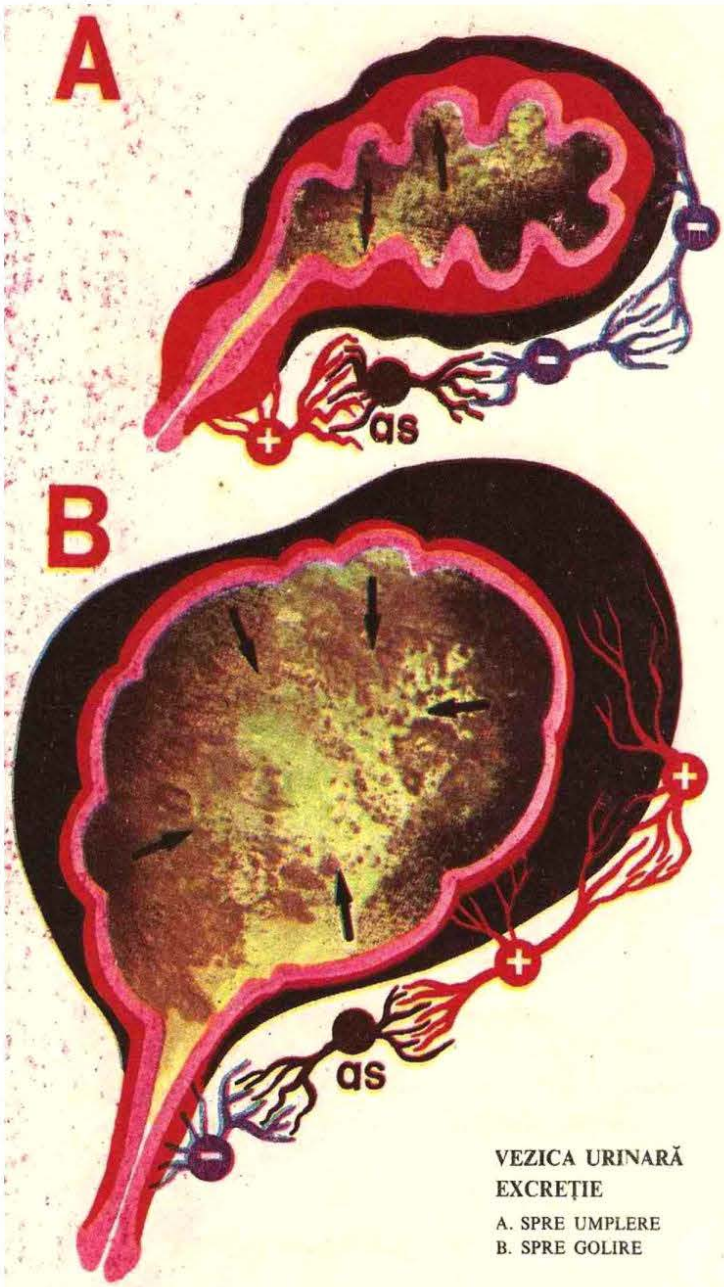
După ce ne-am fixat pe o creastă din peretele interior al vezicii, am avut o perspectivă a unui organ care ne reamintea mult de pereţii interiori ai stomacului, după cum observă Mircea. Stăteam pe o ridicătură şi, graţie sistemului de luminat al navei, vedeam tot interiorul vezicii lui Vişan. Şi el privea curios imaginea televizată pe care i-o transmiteam.

— Nu aş fi crezut niciodată că am să pot vedea în interiorul meu, zise el. Fiţi atenţi dacă mai vedeţi vreo „piatră" să-mi spuneţi ca să ştiu să mă mai aştept la crize renale.

— Ai grijă numai să nu urinezi tocmai acum, îi spusei lui Vişan, căci ne-ai arunca afară şi ne-am pierde cine ştie unde.

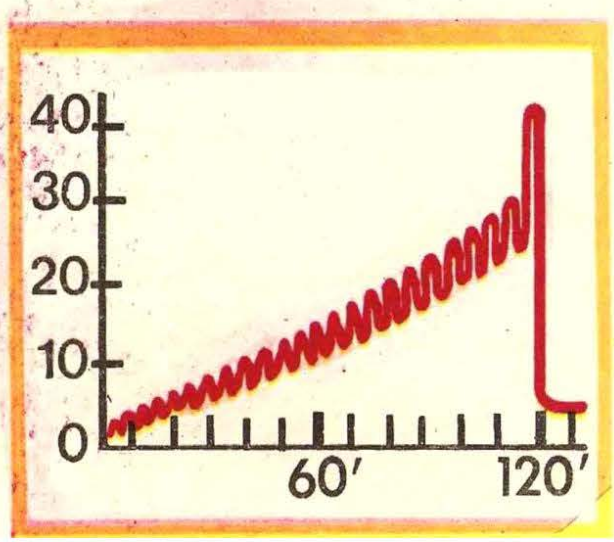
— Bine că mi-aţi spus. Nu simt nevoia imperioasă de a urina, dar cred că peste o oră va trebui.

— E timp suficient pentru ce vrem să vedem. Noi ne găsim într-o perioadă de umplere a vezicii. Pereţii ei foarte musculoşi se destind prin venirea continuă a urinei prin uretere. De altfel acest lucru se vede clar; urina curge în jeturi la locul de des-



VEZICA URINARĂ
EXCREȚIE

A. SPRE UMPLERE
B. SPRE GOLIRE



EXCITAȚIUNEA PARASIMPATICĂ

chidere a acestora. Acum vezica se găsește sub dominația inervației simpatice, cu originea în ganglionii simpatici din regiunea lombară a măduvei spinării, care inhibă nervii vezicii și excită, contractînd nervii sfincterului neted al vezicii. Dominarea activității simpatice coincide deci cu umplerea vezicii. Dacă măsori presiunea lichidului de aici vei constata că nu este prea mare.

— Abia de cîțiva mm Hg, spuse prompt Mircea.

— Aceasta fiindcă și vezica urinară este un organ cavitar ai cărui pereți se destind sub acțiunea conținutului ei și presiunea asupra lor este foarte mică, crescînd totuși ușor pe măsură ce se umple. Chiar și epiteliul ei își modifică forma, după starea de presiune — deci de destindere a pereților ei; este cilindric în vezica goală și este turtit, aplatizat în vezica plină. Cînd se ajunge la aproximativ 300—350 cm^3 de urină în vezică excitația de presiune devine de circa 30 cm apă și atunci se produce excitațiunea parasimpatică, care acționează contractînd pereții vezicii și inhibînd sfincterul neted, astfel că urina începe să fie evacuată prin compresiune. Dar ea poate fi încă reținută voluntar prin sfincterul striat, care se găsește sub cel neted și care se deschide numai la comandă cerebrală. Acesta este *actul micțiunii*, cum se numește eliminarea urinei din vezică. Dar în același timp se inhibă sistemul simpatic, care inhibă sfincterul neted.

— Adică este o funcțiune alternativă de + și —, de excitație și inhibiție, ca și în cazul stomacului și pilorului, a intestinului subțire și valvulei ileocecale.

— Exact, numai așa pot funcționa aceste organe cavitare care se umplu și se golesc în mod periodic.

— Dacă înțeleg, spuse Vișan, secreția urinei de către rinichi și intrarea ei în vezică este continuă, numai golirea vezicii se face atunci cînd se umple și urina din interior exercită o anumită presiune asupra pereților ei. Dar asta însemnează că în pereții ei se găsesc receptori de presiune.

— Așa este, și aceștia receptori acționează atunci cînd se depășește oarecum capacitatea normală de umplere și simțim nevoia de urinare. Receptorii sînt terminațiuni nervoase ale ganglionilor spinali ai măduvei și duc excitațiunea de suprapresiune la măduvă și de acolo la bulb și creier. Iar voluntar putem inhiba sfincterul striat, dar nu peste o anumită limită, așa cum știm cu toții.

— Și acum, întrebă Mircea, ce facem?

— Ar fi bine să o luăm înapoi pe ureter, să ajungem în bazinet și de acolo să ne strecurăm pe lîngă peretele rinichiului pînă la capsula suprarenală, ca să cunoaștem o glandă cu secreție internă.

— Drumul pe lîngă peretele rinichiului nu cere cumva eforturi mari de împingere? întrebă Mircea. Mă tem ca acestea să nu ne producă greutăți, căci v-am spus că e ceva la axul motoarelor magnetice. În tot cazul, încercăm!

17

LOCUL UNDE SE FORMEAZĂ „BURTA“

Şi am navigat iarăşi liber pînă la deschiderea ureterului prin care am venit. La o deschidere a acestuia Mircea a împins nava, aşa cum un păstrăv sare peste o cascadă, şi după ce am intrat în canalul ureterului am înaintat cu uşurinţă pînă în bazinet. Ne-am apropiat de marginea lui de sus, am găsit o rarişte de ţesut fibros şi am ajuns — nu tocmai greu — în afară, pe învelişul trainic al rinichiului. Ne-am deplasat pe acesta, avînd înspre cavitatea abdominală o pătură dublă de ţesut epitelial, bogat vascularizată cu vase de sînge şi limfatice, pe care le-am indicat-o prietenilor mei ca fiind *peritoneul*. El înveleşte toate organele interne şi căptuşeşte pereţii cavităţii abdominale.

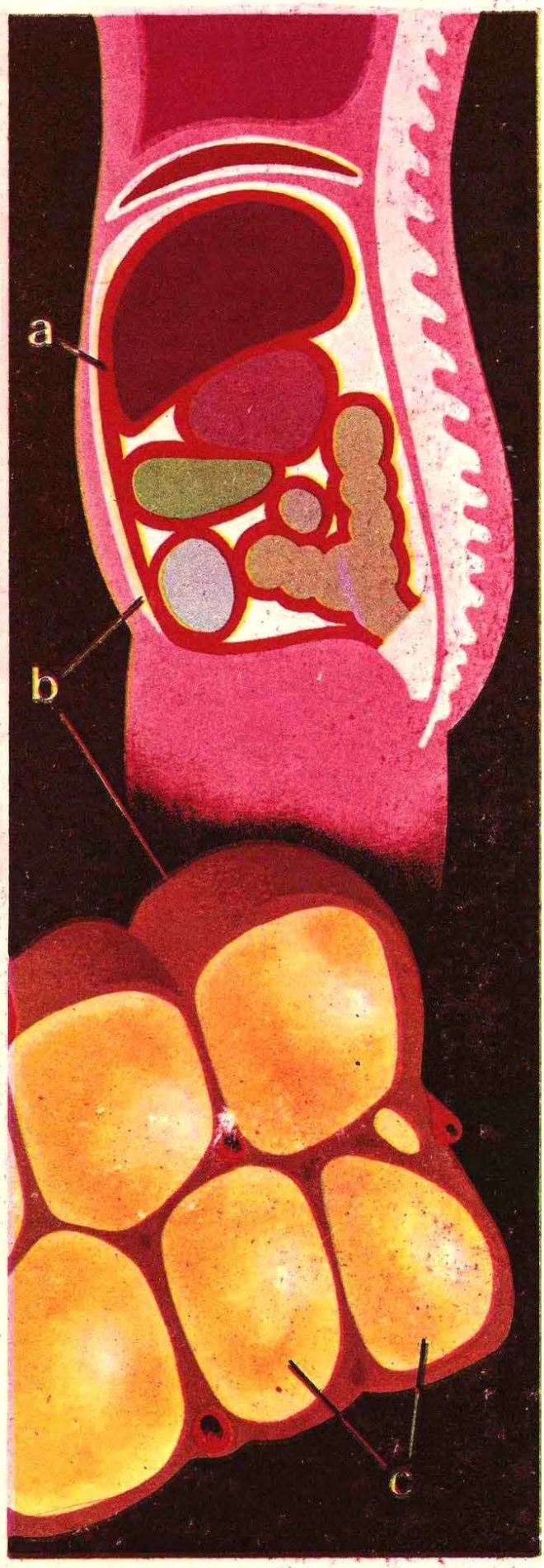
— Sînt de părere să ne oprim puţin aici şi să ne vorbeşti despre acest peritoneu.

— Multă vreme nu i s-a dat o importanţă specială acestui înveliş al tuturor organelor cavităţii abdominale. De pe pereţii acesteia se desprinde o foiţă care înveleşte organele şi între ele se formează fie *mezentere* largi, fie *ligamente* mai înguste, fie pături duble care feresc un anumit grup de organe. Aşa este *epiplonul*, cunoscut sub numele de „văl“ la miel, în care se înveleşte „drobul“ de miel. Acesta se poate impregna cu multă grăsime, alcătuind un fel de pătură de apărare a organelor cavitare faţă de loviturile ce ar veni de la exteriorul abdomenului.

Peritoneul secretă o foarte mică cantitate de lichid vîscos, care permite alunecarea organelor interne în mişcarea lor din timpul digestiei. Dar în cazuri patologice acest lichid poate creşte foarte mult, umplînd cavitatea abdominală, ca în ascite, sau se poate infecta, formînd puroi, ca în *peritonite*.

— Şi cum se poate infecta peritoneul ca să dea peritonite?

— Mai adesea printr-o rană abdominală, care ajunge pînă în cavitatea abdominală, sau printr-o perforaţie intestinală, stomacală etc. Mai demult erau frecvente şi peritonitele de origine tuberculoasă. Peritonitele se pot cunoaşte după durerile generale la atingerea abdomenului, dar mai puternice în dreptul focarului de infecţie. Organismul caută să izoleze aceste focare, învelindu-le în membrane peritoneale, ca să ferească restul cavităţii abdominale de



a. PERITONEUL
b. EPIPLONUL
c. GRĂSIME

întinderea infecției. Acum 20 de ani peritonitele erau boli grave, dar de cînd există antibioticele ele se lecuiesc în cîteva săptămîni.

— Oare umflarea abdomenului, „*burta*" cum se numește obișnuit, nu se datorește depozitării de multe substanțe grase în epiplon?

— Cred că da, căci *burta* apare mai ales la oamenii cu tendință spre îngrășare, care nu fac suficientă mișcare și mănîncă mai mult decît trebuie. La aceștia epiplonul este gros și plin de grăsime, dar aceasta se depune și în jurul organelor abdominale, sub pătura peritoneului, între acesta și organul propriu-zis. Aceasta este o grăsime absolut inutilă organismului și nu face decît să îngreuneze funcționarea tuturor organelor și mai ales a inimii, care trebuie să pompeze sînge și în aceste locuri în care există o mare rezistență circulatorie din cauza grăsimilor. La „burtă" mai contribuie și „slănina" de sub piele. Inima obosește trebuind să facă față la un organism mai greu.

— Da, cred că nu a fost în zadar zăbava noastră pe peritoneu. Și acum pe unde o luăm?

18

DE UNDE NE VINE STAREA DE VEGHE?

Mergi înainte între rinichi și peritoneu. Vom ajunge curînd la niște arteriole care se distribuie la glanda suprarenală. După pulsație și direcția sîngelui vom ști cu ușurință cînd am ajuns. Am să fac un semn. Intră printr-o dilatare arterială în vas și lasă-ne antrenați încet înspre glandă.

Nu peste mult nava își făcea loc printre țesutul elastic al unei artere, probabil *artera capsulară inferioară* și apoi am pătruns în *capsula suprarenală*, numită astfel din cauza poziției ei deasupra fiecărui rinichi.

— Aceasta este o glandă dublă, cu 6—7 g de fiecare parte, care primește o cantitate de sînge de circa 50—60 litri pe zi, ceea ce arată importanța ei; ea varsă în sînge mai mulți hormoni și extirparea ei totală nu este compatibilă cu viața. Dar ca să înțelegem aceasta trebuie să vă spun că în realitate avem de-a face, de fiecare parte, cu două glande, una *centrală* sau în zona medulară, alta *periferică* sau în zona corticală. Ele se și numesc *medulosuprarenala* și *corticosuprarenala*.

— Noi acum unde ne aflăm? întrebă Mircea.

— Cred că în zona glomerulară. Iată, celulele de aici sînt relativ mai mici decît nava noastră care are 10 microni lungime, au niște granulațiuni foarte mărunte, pe care le observăm dacă jucăm fasciculul de lumină; ele conțin aldosteronul. Produsul lor de secreție se varsă în spațiul intercelular și de acolo ajunge în sînge. Cred că o analiză a lui Mircea îl va putea pune în evidență.

— Autoanalizorul meu arată existența sterolilor, dar sînt prea mulți și nu am mijloace de a-i deosebi unul de altul.

— E greu să-i deosebești. *Aldosteronul* a fost pus în evidență în același timp de doi englezi (Simpson & Tait) și de doi elvețieni (Reichstein & Wettstein) care lucrau însă separat unii de alții. Lucrul acesta se întîmplă des în știință. Cînd se ajunge la un anumit nivel de dezvoltare a acesteia, se descoperă cîte odată, rezultate foarte apropiate, de către echipe din laboratoare diferite. Însăși dezvoltarea științei duce la aceasta. Hormonul este azi izolat și se poate obține chiar pe cale sintetică. Propun să mergem încet mai departe.

Nu peste mult timp am dat în niște capilare lungi, mărginite de coloane de celule destul de mari, în care puteam observa, prin refringențe, diferite picături de fosfolipide, de colesterină și de vitamină C.

Mircea le-a putut identifica pe toate acestea în sîngele din jurul nostru şi aproape vedeam cum ele ies din celulele marginale ale cordoanelor zonei fasciculate în care ne găseam. Am ancorat puţin şi aici şi am căutat hormonul numit *cortisol*, dar tot numai global s-au putut identifica steroli. Cred că nu e cazul să mai stăm şi am mers mai departe în zona reticulată; am căzut în nişte spaţii mai largi de sînge care aveau pe margini celule mai mărunte cu o protoplasmă destul de uniformă.

— Aici ar trebui să fie elaboraţi *sexoizii*, adică hormonii sexuali, mai ales de tip masculin, cum este *adrenosteronul*, analog ca acţiune cu testosteronul. Dar cantitatea acestuia este foarte mică în mod normal. Numai în cazuri de leziuni corticosuprarenale, secreţiunea lui se intensifică şi efectele sale se văd mai ales la femei, la care încep să apară anumite caractere masculine, cum este părul pe faţă, pe piept, vocea se îngroaşă, musculatura se dezvoltă etc.

— Acum spune-ne şi care este acţiunea fiziologică a suprarenalei.

— În parte am amintit-o. Dar pentru a o înţelege să presupunem că extirpăm suprarenalele la un animal. Acesta moare după cîteva zile. Deci ele sînt necesare vieţii. Dacă extirpăm numai partea corticală a glandelor rezultatul este acelaşi, dar dacă extirpăm numai partea medulară, atunci animalul poate trăi. Deci corticosuprarenala este legată de procese care nu se pot produce în lipsa ei. Acestea sînt datorite acţiunii hormonilor pe care i-am amintit.

— Am o rudă care suferă de insuficienţă suprarenală; este slabă, nu poate face eforturi, stă mai mult în pat şi ia nişte medicamente cu steroizi. Sînt frecvente astfel de cazuri? întrebă Vişan.

— E greu de răspuns; da şi nu! În tot cazul ele pot fi de mai multe feluri. Dar să cunoaştem mai întîi şi medulara, care are o structură lacunară şi celule numite *cromafine*, căci se colorează uşor cu săruri de fier în verde. În interiorul ei se găsesc şi fibre musculare netede prin a căror contracţie această porţiune poate fi „stoarsă" atunci cînd e nevoie ca să-şi verse hormonul în sînge, sau mai bine zis cei 2 hormoni: *adrenalina* propriu-zisă şi *noradrenalina;* acesta din urmă are acţiuni mai slabe decît primul şi numai în anumite arii ale corpului. Adrenalina mimează acţiunea simpaticului şi se numeşte şi *hormon simpaticomimetic:* ea provoacă accelerarea inimii, contracţiunea arteriolelor şi ca urmare hipertensiune, dar contractă şi musculatura netedă a irisului, părului, măreşte consumul de oxigen al corpului, produce eliberarea de glucoză, a glicogenului hepatic şi acţionează excitator asupra substanţei reticulate de la baza creierului, cea care intensifică excitaţiunile ce vin de la periferie, punînd în stare de hiperactivitate scoarţa.

— Dar se pare că medulara are o acţiune mai importantă decît corticala şi totuşi ea poate fi extirpată fără pericol, pe cînd hormonii zonei corticale nu pot lipsi. Cum se explică această contradicţie?

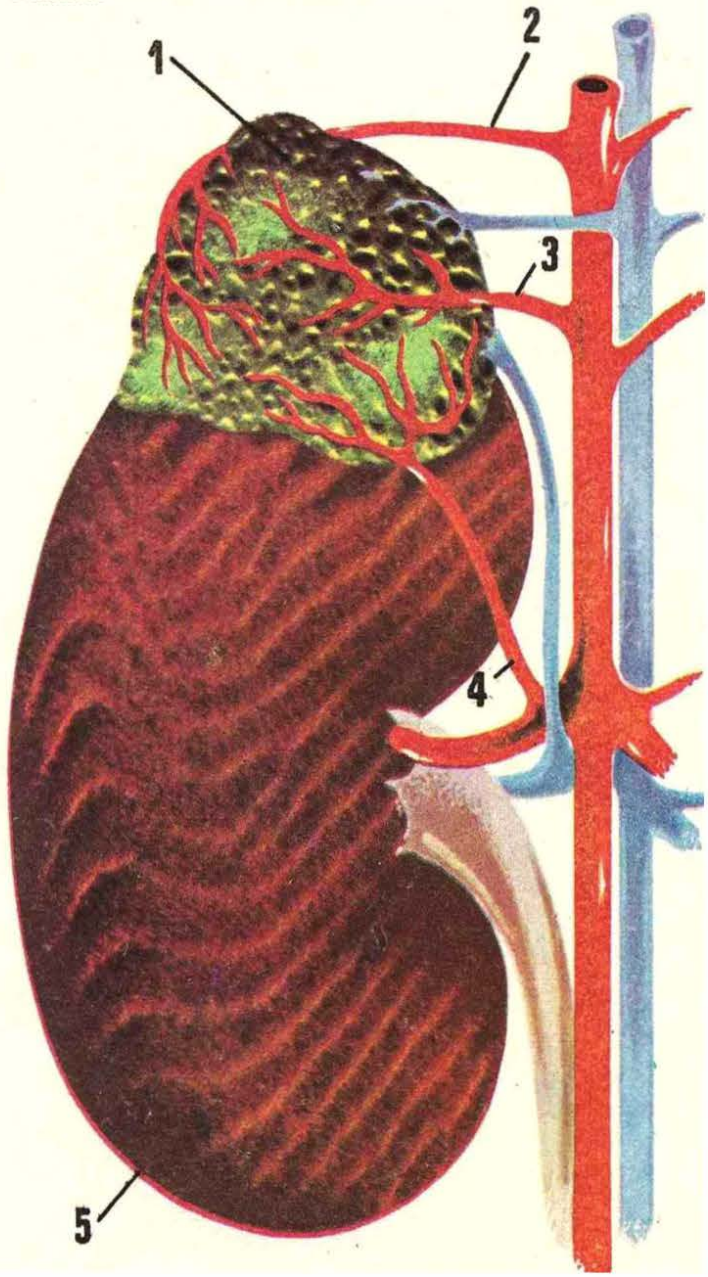
— Nu uitaţi că adrenalina mimează acţiunea sistemului simpatic în care, de altfel, îşi are originea medulara; în caz de insuficienţă medulosuprarenală rolul acesteia poate fi suplinit de simpatic, pe cînd hormonii corticali nu îi poate înlocui nimenea, iar fără ei se produce astenie gravă, lipsă de apetit *(anorexie)*, caşexie, colorație brunie etc.

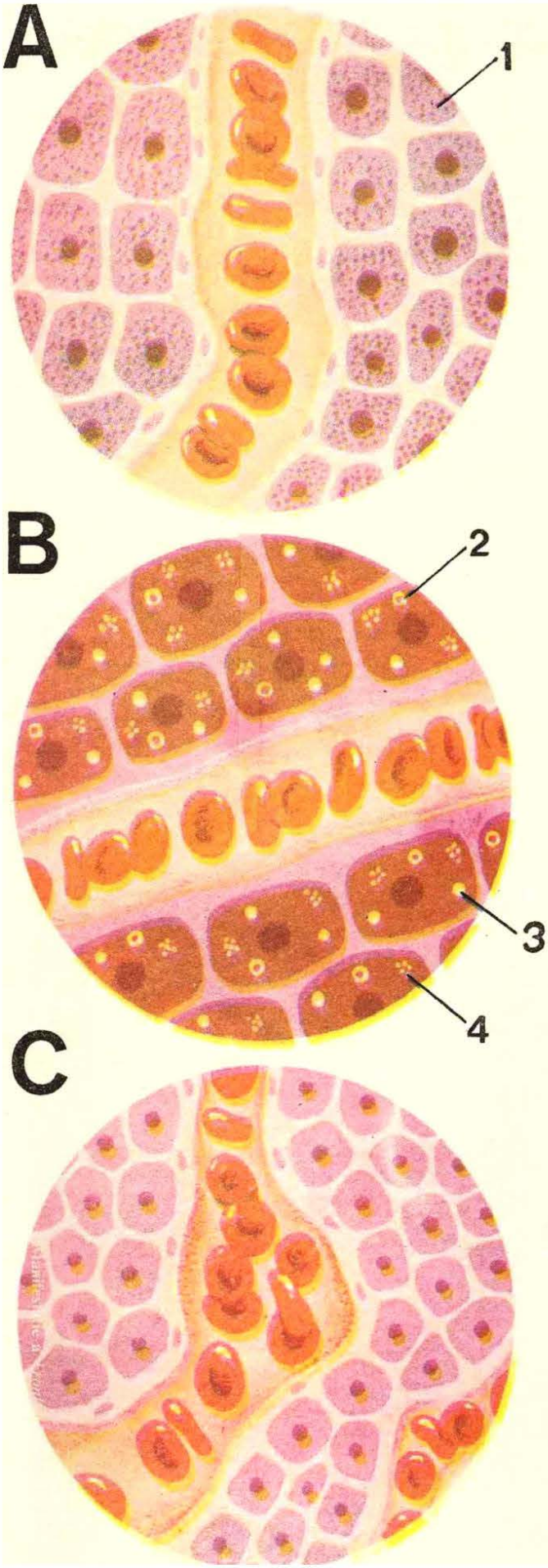
— Apropo de colorație. Boala lui Addisson (boala „bronzată") este cauzată de insuficienţă suprarenală, nu? În ce constă ea?

— Aici lucrurile sînt mai complicate. Bronzarea pielii este un efect oarecum indirect al unei activităţi hipofizare intense, provocată de o insuficienţă a suprarenalei corticale; dar alăturea de hormonul necesar stimulării suprarenalelor, se mai produce unul *melanotrop*, favorizînd un pigment negru, numit

CAPSULA (GLANDA) SUPRARENALĂ

1. CAPSULA SUPRARENALĂ
2. ART. SUPERIOARĂ A CAPSULEI SUPRARENALE
3. ART. MIJLOCIE A CAPSULEI SUPRARENALE
4. ART. INFERIOARĂ A CAPSULEI SUPRARENALE
5. RINICHI





melanină, care se depozitează în piele dînd colorația „maură" a bolii. Bronzarea este deci un efect secundar al insuficienței suprarenale din boala lui Addison, care se caracterizează în primul rînd — cum am spus — prin astenie gravă, hipotensiune, slabă rezistență la efort și la infecții etc. (simptome ce apar și la extirparea totală a glandelor).

— Dar dacă azi se cunosc hormonii acestor glande, în cazurile de insuficiență nu se pot administra pentru a suplini lipsa lor?

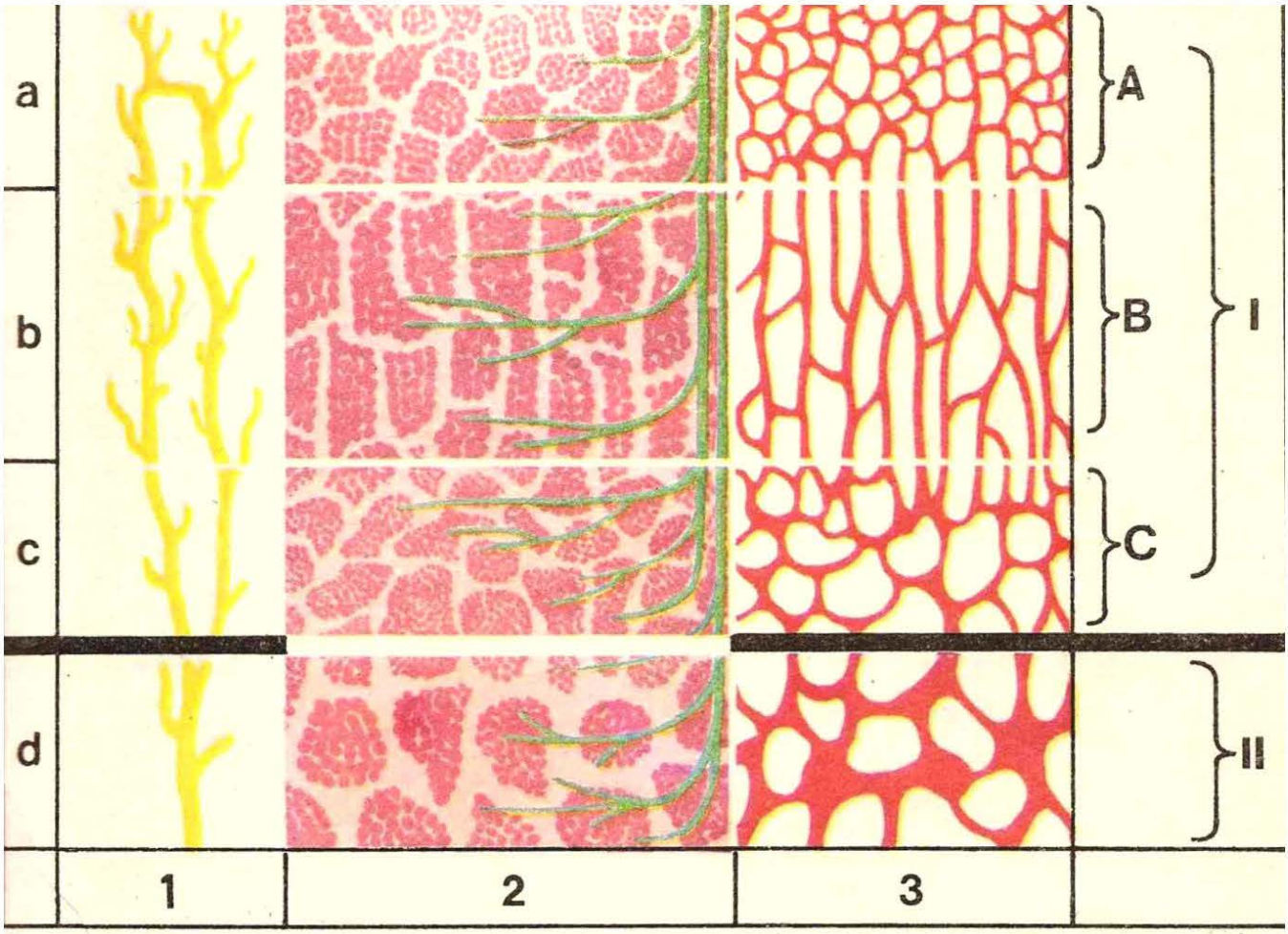
— Este exact ceea ce se face. Mai demult oamenii care sufereau de insuficiențe suprarenale mureau curînd; azi ei trăiesc printr-un tratament continuu cu hormoni, mai ales corticali. Acesta este rezultatul studiilor care au dus la cunoașterea hormonilor suprarenali și a efectului acestora. Îmi aduc aminte că prin 1930—1938 profesorul meu Aristide Grădinescu se ocupa intens de efectele extirpării suprarenalelor, a obținerii unor extracte din glande și a încercării de a suplini lipsa lor prin aceste extracte. Erau operații foarte dificile la care profesorul lucra în special cu colegul meu Nistor Șanta. Ei au obținut niște extracte destul de eficace pe acel timp, căci după extirparea glandelor cîinii trăiau încă cîteva săptămîni cu extractele preparate, altfel mureau în 4—5 zile. La aceeași problemă lucrau și doi oameni de știință americani cu care se făceau schimburi de publicații. Ale profesorului Grădinescu au fost publicate în revista de endocrinologie a societății din Cluj, ale celorlalți autori în renumite publicații din America. Azi în literatură se vorbește însă numai de extractele autorilor americani. Spun asta ca să vedeți ce însemnează să nu poți apare într-o publicație de largă răspîndire internațională. Un fenomen asemănător s-a petrecut cu descoperirea insulinei, care a fost făcută de Paulescu înaintea lui MacLeod, Banting și Best, canadieni (primii doi distinși cu premiul Nobel pentru acest rezultat), deși Paulescu publicase în românește și, apoi, în franceză, într-o revistă europeană, studii asupra pancreasului.

— Multe poți afla dacă discuți cu un biolog, spuse Vișan. Sînt foarte bucuros că mi se descoperă lumea vieții mai în amănunțime, căci noi ăștia de altă meserie nu prea știm ce e cu noi și nu e bine. Suprarenalele astea au fost o mare surpriză, cu toate că îmi dau seama că ceea ce am cunoscut este numai foarte puțin față de ce se cunoaște. Mi-ar fi plăcut ca să participe la expediția voastră și un medic endocrinolog. Cîte am mai fi aflat în acest caz...

— Dragii mei, nu le poți ști chiar pe toate. V-am spus doar în esență ce este cu aceste glande, a căror

CELE 3 TIPURI DE CELULE DIN GLANDA SUPRARENALĂ
A. Zona glomerulară
B. Zona fasciculată
C. Zona reticulată

1. GRANULE CARE CONȚIN ALDOSTERON
2. FOSFOLIPIDE
3. COLESTEROL
4. VITAMINA C



STRUCTURA GLANDEI SUPRARENALE

I. ZONA CORTICALĂ
II. ZONA MEDULARĂ

A. ZONA AGLOMERULARĂ
B. ZONA FASCICULATĂ
C. ZONA RETICULARĂ

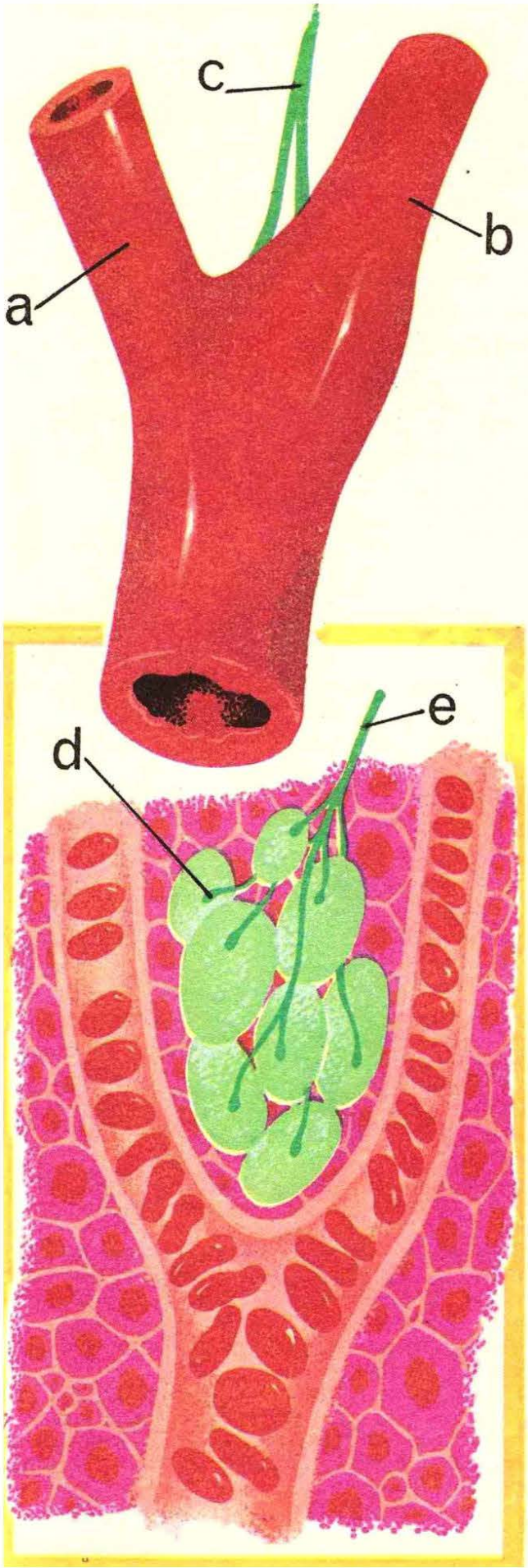
a. ALDOSTERON
b. CORTISOL
c. ADRENOSTERON
d. ADRENALINĂ
1. SISTEMUL LIMFATIC
2. STRUCTURA CELULARĂ ŞI NERVOASĂ
3. SISTEMUL CIRCULATOR

intervenţie în *stress*-urile noastre este de primă importanţă, suprarenalele fiind oarecum „termometrul" sensibilităţii organismului la „agresiunile" ce se fac asupra noastră în fiecare zi. Ea le răspunde, după ce ele sînt înregistrate de sistemul nervos central, apoi de hipotalamus şi de hipofiză. Suprarenala îşi varsă deodată conţinutul său de hormoni, în special medulari, adrenalina, în sînge, iar acest hormon activează inima şi în special sistemul reticulat care ridică nivelul de funcţionare a creierului şi în acest fel se face adaptarea organismului la agresiunea căruia i-a fost supus. Se varsă în sînge şi multă vitamină C, care este necesară în energetica organismului. În acest fel suprarenalele ajută organismul să facă faţă acelor agresiuni pe care le numim cu un termen general stress-uri. Şi din cauză că azi organismul este solicitat tot mai mult de stress-uri şi suferinţele suprarenalelor sînt tot mai multe. Este efectul indirect al civilizaţiei noastre. Ei, dar e vremea să mergem mai departe. Mircea, intră într-un sinus mai larg şi lasă nava antrenată de curentul sanguin spre cavă.

Cu aceasta am refăcut drumul circulaţiei inimii: am ajuns în auriculul drept, apoi în ventriculul drept, în artera pulmonară, am trecut din nou prin pulmoni, de data aceasta prin cel drept, am ajuns la auriculul stîng, la ventriculul stîng şi de acolo în aortă. Aici am încetinit viteza noastră şi ne-am angajat prin carotidă înspre cap.

— Cît durează drumul sîngelui prin organism? întrebă Mircea.

— Trebuie să ştiţi că el este parcurs foarte rapid şi experienţele au arătat că nişte hematii, marcate cu fier radioactiv şi injectate în vena jugulară de la gît, se reîntorc aici după circa 25 de bătăi ale inimii, adică după circa 22 de secunde. Ele au ajuns în cavă, auriculul şi ventriculul drept, pulmoni, auriculul şi ventriculul stîng, aortă, carotidă cap şi vena jugulară. Este interesant că această viteză de circulaţie



a sîngelui este cam de aceeaşi valoare la toate mamiferele, adică egală cu durata unui număr de circa 25 bătăi cardiace. Dar din cauză că numărul acestor bătăi pe minut variază cu specia, talia etc. şi durata în timp a circulaţiei este foarte variată, însă întotdeauna este cam durata a 25 contracţiuni cardiace.

— Iată o referire foarte interesantă. Noi de obicei măsurăm totul în funcţie de timpul astronomic; aici viteza se măsoară în funcţie de numărul bătăilor cardiace; adică dacă administrez o substanţă în sistemul venos al unui animal, ea poate fi găsită în sistemul arterial corespunzător la şoarece, cu 200 bătăi cardiace pe minut, după 8 secunde, iar la vacă, cu 30 bătăi cardiace pe minut, de 55 secunde, calculă Mircea.

— Aşa este, dar acum opreşte-te în *sinusul carotidian*, adică într-o dilatare a carotidei care se găseşte cam în dreptul fălcii lui Vişan.

— Vă pot preciza exact locul acestui sinus al meu prin detectorul radioactiv cu care vă urmăresc. Aici! Da? Sînteţi acolo? V-aţi oprit acum.

— Da, ne-am oprit, căci aş vrea să vă spun ceva despre rolul acestui sinus carotidian, sediul unor receptori sensitivi ai sîngelui, prin care se reglează compoziţia lui chimică *(chemoreceptori)*, cît şi presiunea lui arterială *(baroreceptori)*. Să pătrundem puţin dincolo de pereţii sinusului; împinge nava printre celulele epiteliului carotidian: am ajuns la acest ţesut nervos cu mulţi butoni legaţi de axul lor nervos. Acestia sînt organe sensibile la CO_2 şi la presiune hidrostatică. Poate că vom face o experienţă şi îl rog pe Vişan să nu se sperie.

Eram cu nava între celule transparente, printre care se vedeau butonii terminali ai unor ramificaţiuni nervoase.

— Mircea, te rog să proiectezi pe aceşti butoni o descărcare de CO_2 din butelia pe care o avem. Vişan, te rog fii atent ce se întîmplă cu respiraţia ta şi spune-ne.

Manevra s-a făcut, un jet puternic de dioxid de carbon s-a proiectat pe butonii terminali ai „glomus"-ului nervos din pereţii carotidieni şi după circa 3 secunde Vişan ne comunică:

— Simt că trebuie să respir mai adînc şi mai des, dar nu văd de ce?

— Iată efectul excitării centrilor respiratori bulbari cu CO_2 pe care l-am proiectat pe receptorul carotidian. Deci dacă în sînge se adună o cantitate mai mare de CO_2, în mod reflex de aici (dar şi din alte locuri, cum este crosa aortică), unde există un receptor specializat în cantitatea de CO_2 normală din sînge, se determină mărirea ventilaţiei pulmonare şi deci eliminarea excesului de CO_2.

— Ingenios mecanism, spuse Vişan, dar acum simt că nu mai trebuie să respir mai des.

SINUSUL CAROTIDIAN

a. CAROTIDĂ INTERIOARĂ
b. CAROTIDĂ EXTERIOARĂ
c. NERVUL (HESING)
d. BUTON NERVOS
e. FILET NERVOS

— Dar, hai, să încercăm şi presiunea. Mircea, te rog apropie nava de celulele ce acoperă butonii nervoşi şi fă-o să preseze pe celule şi deci pe butoni. Chiar dacă numai unul este bine presat, vom avea rezultate. În acelaşi timp măsoară presiunea pe care o exercită peretele endotelial asupra navei noastre.

Nu au trecut decît cîteva secunde şi Mircea ne comunică : presiunea sîngelui carotidian a scăzut la 105 mm Hg, dar şi ritmul cu care inima pulsează a ajuns la 65 pe minut.

— Cele două rezultate vă arată că această zonă a carotidei, din care se împarte sîngele arterial spre partea anterioară şi posterioară a creierului, este o zonă sensibilă la modificările de CO_2 şi de presiune a sîngelui şi de aici se determină reflexe, pe principiul feed-back-ului, care să readucă valorile de CO_2 şi de presiune la normal. Căci dacă am putea face aici o micşorare a presiunii am constata o accelerare a inimii şi o creştere a presiunii sîngelui.

— Peste tot găsim acţiuni de reglare a activităţii organismului pe baza unor excitaţiuni locale. De aici deduc că organismul are o unitate funcţională care este determinată de un centru general. Nu?

— Sigur că există o reglare generală a organismului care să îl facă pe acesta să fie în echilibru cu factorii externi, dar această reglare generală este alcătuită dintr-o mulţime de reglări locale, al căror mecanism este determinat de excitaţiuni ce vin de la exterior sau, cum aţi văzut aici, din interior. Vom mai cunoaşte astfel de reglaje mai ales cînd vom ajunge în sistemul nervos central.

19

MECANISME TIPICE DE „FEED-BACK". TIROIDA ŞI PARATIROIDA

— Dar pentru a mai cunoaşte o astfel de reglare vă propun să vizităm acum şi tiroida, care este pe aici pe aproape.

— Glanda care dă guşa, nu? întrebă Vişan.

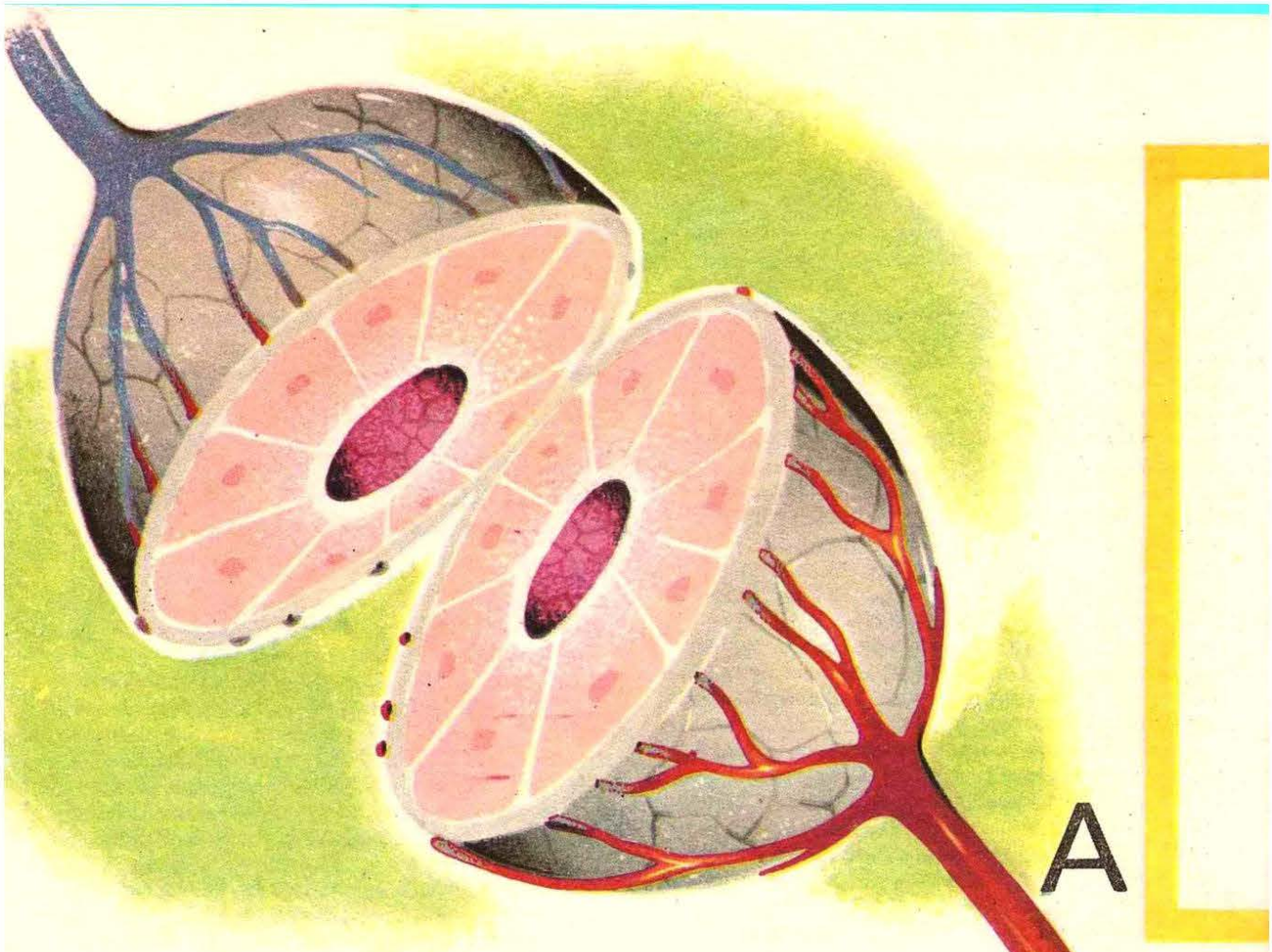
— Guşa este numai un fel de manifestare a tulburărilor de tiroidă. Dar hai acum încet să dăm de artera tiroidiană şi să ne lăsăm antrenaţi spre această glandă formată din nişte sferule înconjurate de capilare, adevăratele unităţi de structură şi funcţiune a tiroidei. Cred că aici e deschiderea arterei tiroidiene. Intră.

Manevra s-a făcut cu dibăcia lui Mircea şi alunecam acum pe lîngă pereţii arterei spre interiorul glandei. Vasul nostru se ramifica tot mai mult şi am ajuns deodată pe nişte capilare ce înconjurau corpusculii sferici ai tiroidei, care aveau un diametru de pînă la 500 microni, dar erau şi mai mici. Ne-am oprit pe unul din aceştia.

— Trebuie să vă dau cîteva lămuriri asupra structurii acestei glande, căci fără aceasta nu vom putea înţelege funcţiunea şi rolul ei. Tiroida, care se găseşte lipită de trahee, are forma a doi lobi uniţi printr-o punte şi cîntăreşte pînă la 25—30 g la om. După cum ştiţi conţine iod, circa 40 mg din toate cele 50 mg de iod cîte sînt în organism, cu toate că ea reprezintă numai 1/2 000 parte din greutatea corpului. Iodul acesta participă la *hormonul tiroidian* şi prin mijloace de scintilaţie, aşa cum ne urmăreşte Vişan acum pe noi, se poate detecta atît forma glandei, cît şi capacitatea ei de a fixa iodul radioactiv.

— Prin măsurarea cantităţii de iod radioactiv se şi măsoară funcţiunea tiroidiană, spuse Mircea. Mi s-a făcut odată o astfel de măsurătoare cînd am fost foarte obosit. Vişan ştie, a fost după ce terminasem cartea despre cîmpurile magnetice. Se pare însă că totul a fost normal şi era numai oboseala care m-a doborît.

— Iodul se găseşte înglobat într-o substanţă coloidală din interiorul foliculelor tiroidiene, unde se depune ca rezervă de hormon, iar atunci cînd este nevoie, de aici hormonul trece în sînge. Această comandă este însă reglată de un fenomen de feed-back, precum vom vedea. Coloidul din interiorul foliculelor este o tireoglobulină, un prehormon, din care, atunci cînd se cere, printr-un proces de hidro-



CELULELE FOLICULULUI TIROIDIAN

A. HIPERTIROIDISM
B. NORMAL
C. HIPOTIROIDISM

liză, în celula foliculului apare hormonul tiroxină, care se varsă în sînge şi prin mediul acestuia ajunge la celulele corpului, în special la cele musculare. Un alt hormon iodat este triiodotironina.

— Dar cum se ştie cînd este nevoie de hormon în sînge?

— Tiroxina, pusă în apa în care se găsesc mormoloci de broască, grăbeşte metamorfoza acestora, dar duce la indivizi de talie mai mică decît normal. Tiroida activează creşterea oaselor lungi, măreşte schimburile respiratorii şi valoarea metabolismului de bază, epuizează glicogenul hepatic fără a modifica glicemia, măreşte eliminarea produşilor azotaţi în urma unei intensificări a catabolismului proteic, creşte frecvenţa bătăilor inimii, activează sistemul nervos superior. După cum vedeţi, acţiunea hormonilor tiroidieni are un cîmp foarte larg. Tocmai din cauza aceasta şi tulburările de secreţie a tiroidei se manifestă foarte variat.

— Guşa este un efect al lipsei de iod, după cum ştiu, spuse Vişan; ce legătură are ea cu hormonii tiroidieni?

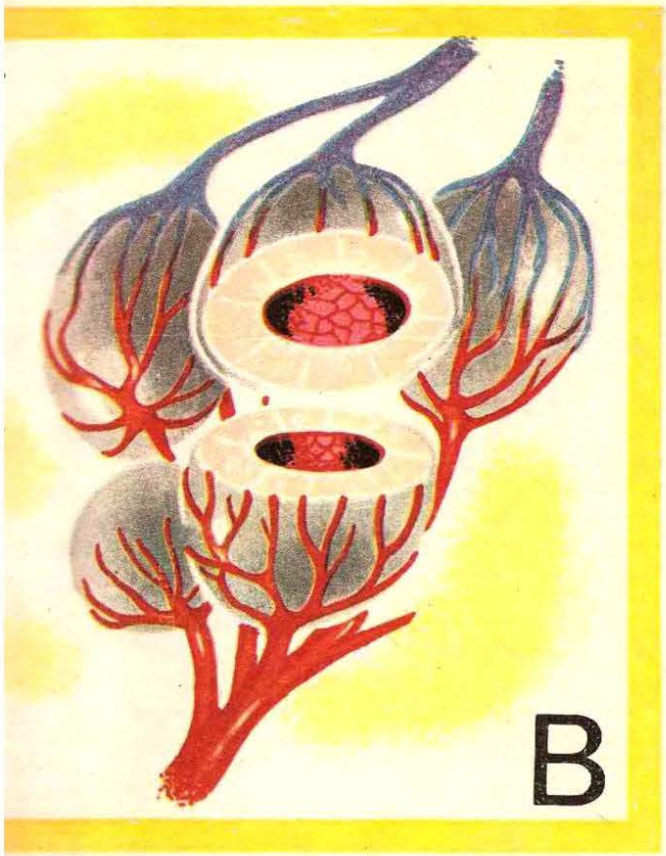
— Dacă iodul vine prin alimentaţie, atunci el intră în coloidul foliculului tiroidian şi iese în sînge ca hormon tiroidian. Dar dacă în alimentaţie lipseşte iodul, aşa cum este cazul unor regiuni întinse de pe glob, unde predomină rocile eruptive sau cele calcaroase, solul nu conţine iod, plantele nu îl au, animalele care pasc nu îl au nici ele şi deci hrana omului (lapte, carne, ouă, zarzavaturi etc.) nu conţine suficient iod pentru a asigura atît formarea cît şi eliminarea hormonului. Nu pot intra în detalii; e de ajuns să vă spun că, în cele din urmă, volumul tiroidei creşte, proeminează la exterior şi avem guşa, numită mai demult endemică, pentru că era obişnuită în anumite regiuni ale Pămîntului. A fost şi la noi în multe din zonele de munte.

— Dar azi nu mai este? De ce?

— Fiindcă în aceste regiuni, care tot sărace în iod au rămas, statul trimite sare iodată, cu care oamenii îşi prepară mîncarea şi în acest fel iodul intră în cantitate normală, guşa nu se mai formează. Acesta a fost unul din rezultatele cele mai importante ale cunoaşterii funcţiei tiroidiene şi a aplicării rezultatelor în practică.

— Şi guşa exoftalmică, care există încă, ce este?

— Sînt cazuri cînd se formează mult hormon tiroidian, cînd este o hiperactivitate a celulelor foliculului tiroidian, care se măresc ca volum, mărind



prin aceasta şi volumul glandei; şi în acest caz tiroida, mult mărită, proemineză spre exterior, mai puţin decît în cazul lipsei de iod. Această guşă este însoţită de multe fenomene secundare, dintre care cel mai important este *exoftalmia*, adică proeminarea globilor oculari. Boala se numeşte a lui Basedow şi apare mai des la femei; ea este însoţită de slăbire, tachicardie, sudori abundente, tulburări digestive diareice. Un hipertiroidian nu prezintă însă întotdeauna exoftalmia; se poate observa nervozitate, tremurătura mîinilor întinse, transpiraţie. Creşte întotdeauna metabolismul bazal cu 20—50% (aşa se şi diagnostichează).

— Deci există cazuri de *hipotiroidism* (guşa endemică) şi de *hipertiroidism* (cînd poate fi guşă exoftalmică). De ce nu se poate regla secreţia tiroidei ca să se înlăture astfel de cazuri?

— Trebuie să ştiţi că secreţia tiroxinei este determinată nu numai de prezenţa sau lipsa iodului din alimentaţie, ci şi de intervenţia hipofizei. Lobul anterior al acesteia secretă un excitant tiroidian, *TSH* (Thyroid-Stimulating-Hormon) a cărui eliminare creşte atunci cînd scade tiroxina din sînge şi a cărui producţie scade atunci cînd creşte tiroxina în sînge.

— Caz tipic de feed-back, spuse Mircea atent.

— Da, este exact.

— Şi ce se întîmplă în cazurile de guşă?

— Guşile mici se reduc prin administrarea unor doze mici de ioduri. În guşile mari, se face o intervenţie chirurgicală, care este destul de serioasă, din cauza unei irigaţii sanguine şi limfatice extrem de bogată în regiunea gîtului. Administrarea de doze mari de iod radioactiv, care se acumulează cu precădere în tiroidă, prin radiaţiile gamma ale iodului distrug în jur ţesutul hiperplazic şi acesta scade, făcînd să dispară cu încetul şi guşa. Făcută cu grijă şi urmărire atentă, extirparea nesîngerîndă a dat bune rezultate.

— De ce se spune că piticii de circ sînt hipotiroidieni?

— Cînd tiroida nu funcţionează încă din timpul copilăriei, atunci creşterea nu se face normal, oasele nu cresc în lungime, capacităţile intelectuale nu se dezvoltă şi se ajunge la un pitic, ale cărui proporţii sînt cele din copilărie: capul este mare faţă de trunchi, membrele sînt puţin dezvoltate; apare mixedemul, adică ţesutul dermic se impregnează cu mucus; individul rămîne un pitic tiroidian. El se deosebeşte radical de piticul hipofizar, care are părţile corpului proporţionate ca la adult, numai că din cauza lipsei unui hormon de creştere *(STH)*, secretat de hipofiză, el nu ajunge la talia normală.

— Am văzut un astfel de pitic şi pe străzile Bucureştiului, ba mi se pare că erau o pereche şi toată lumea se uita după ei.

— Nu toţi piticii sînt mici din cauza glandelor endocrine. Unii suferă de un defect ereditar al creşterii oaselor, cartilagiilor — sînt *acondroplazici*.

— Dar dacă un adult normal ajunge pe un teren

lipsit de iod, nu devine hipotiroidian şi nu face guşă?

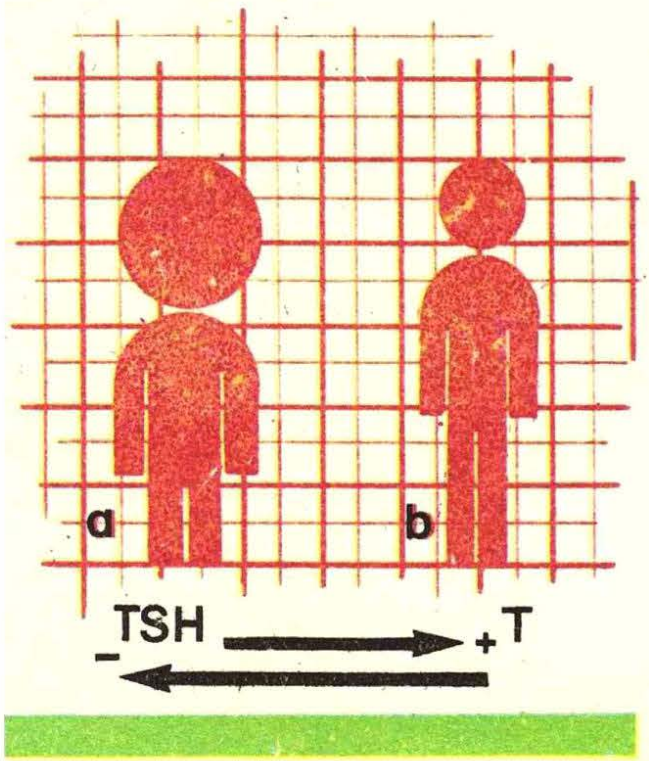
— Lipsa hormonului tiroidian la adult nu mai poate duce la piticism, căci oasele sînt deja crescute; în schimb se observă o slăbire a activităţii lui intelectuale; omul nu ajunge idiot, aşa cum pot fi piticii tiroidieni, dar devine unul „slab la minte", ajunge leneş, se îngraşă şi suferă mereu de frig, căci metabolismul lui bazal a scăzut mult. Dar dacă toate aceste simptome se pot bănui de la începutul vieţii lui într-o regiune fără iod, atunci ele se pot amenda prin adaos de iod în alimentaţie sau prin tratament cu hormoni iodaţi.

— Şi ce sînt paratiroidele de care am auzit nu demult?

— Multă vreme nu s-a ştiut că în însuşi corpul tiroidelor se mai găsesc 4 formaţiuni glandulare, care s-au numit *paratiroide* şi care au o secreţie internă cu totul de altă natură decît tiroida. Dar atunci cînd se extirpau tiroidele se provocau spasme ale musculaturii, fenomene grave de tetanie care duceau la moarte în cîteva zile. Nu lipsa tiroidei era cauza, ci a acestor formaţiuni mici (mai mici decît o cireaşă) care împreună au abia 0,15 g, adică reprezintă mai puţin de 1/45 000 parte din greutatea corpului, dar fără de care nu se poate trăi.

— Sînt prea puţin cunoscute — de marele public! — aceste glande, dar trebuie că au o mare importanţă dacă în lipsa lor viaţa nu e posibilă.

— Ele intervin în reglarea excitabilităţii neuromusculare menţinînd în sînge o cantitate de ion calciu (Ca^{++}) foarte constantă. În linii mari, excitabilitatea nervoasă se datoreşte constanţei unui raport



HORMONUL TIROIDIAN DE CREŞTERE

a. PITIC TIROIDIAN
b. PITIC HIPOFIZAR

între ionii monovalenţi şi cei bivalenţi: $Na^{+} + K^{+} / Ca^{++} + Mg^{++}$. Se înţelege că scăzînd calciul valoarea raportului creşte şi cu aceasta şi excitabilitatea neuromusculară. Dar se mai produce şi o scădere a cantităţii de magneziu; în schimb, apare o creştere de fosfaţi în sînge, din cauza reţinerii lor de către rinichi; paralel, în timpul crizelor convulsive se produce o *alcaloză* (sărăcire de calciu) a sîngelui, care contribuie la declanşarea hiperexcitabilităţii. Dacă în timpul crizelor foarte grave se produce o leziune hemoragică, se pierde mult sînge deoarece prin scăderea calciului sanguin şi coagulabilitatea sîngelui se micşorează mult.

— Şi toate aceste fenomene sînt consecinţa lipsei unui hormon secretat de paratiroide?

— A unuia sau a mai multor hormoni, căci problema nu este încă deplin clarificată. Să îi spunem însă *parathormon*, cum se numeşte cel extras şi izolat din paratiroide de bou, care administrat animalelor lipsite de paratiroide duce la ridicarea calciului sanguin şi la evitarea crizelor tetanice, cu toate consecinţele lor.

— Şi cum se reglează atunci constanţa cantităţii de calciu din sînge?

— Autorii care s-au ocupat de acest studiu au ajuns la concluzia că însăşi cantitatea de calciu din sînge este cea care se autoreglează prin parathormon: dacă aceasta scade dintr-un motiv oarecare, se excită paratiroida care elimină mai mult parathormon şi acesta readuce calciul la normal luînd o mică cantitate a acestuia din oase (în care se găseşte depozitat la om circa 1 kg de calciu pur). Dar în ultimele decenii s-a mai descoperit un hormon care intervine în reglarea homeostaziei calcice: *calcitonina*. Ea este secretată de tiroidă atunci cînd sîngele care o irigă este hipercalcic. Reglarea calcemiei s-ar datora deci unei acţiuni antagoniste dintre parathormonul paratiroidian care măreşte calciul sanguin scăzut şi dintre calcitonina tiroidiană care îl scade cînd este mărit. Dar factorul care determină secreţia unuia sau a altuia dintre aceşti hormoni rămîne însăşi cantitatea de calciu din sînge.

— Este interesant că aceste două glande, atît de strîns unite, intervin nu numai în domenii diferite de acţiune, dar şi într-unul comun, acela al menţinerii calcemiei sanguine, de care depinde excitabilitatea întregului organism, spuse Mircea.

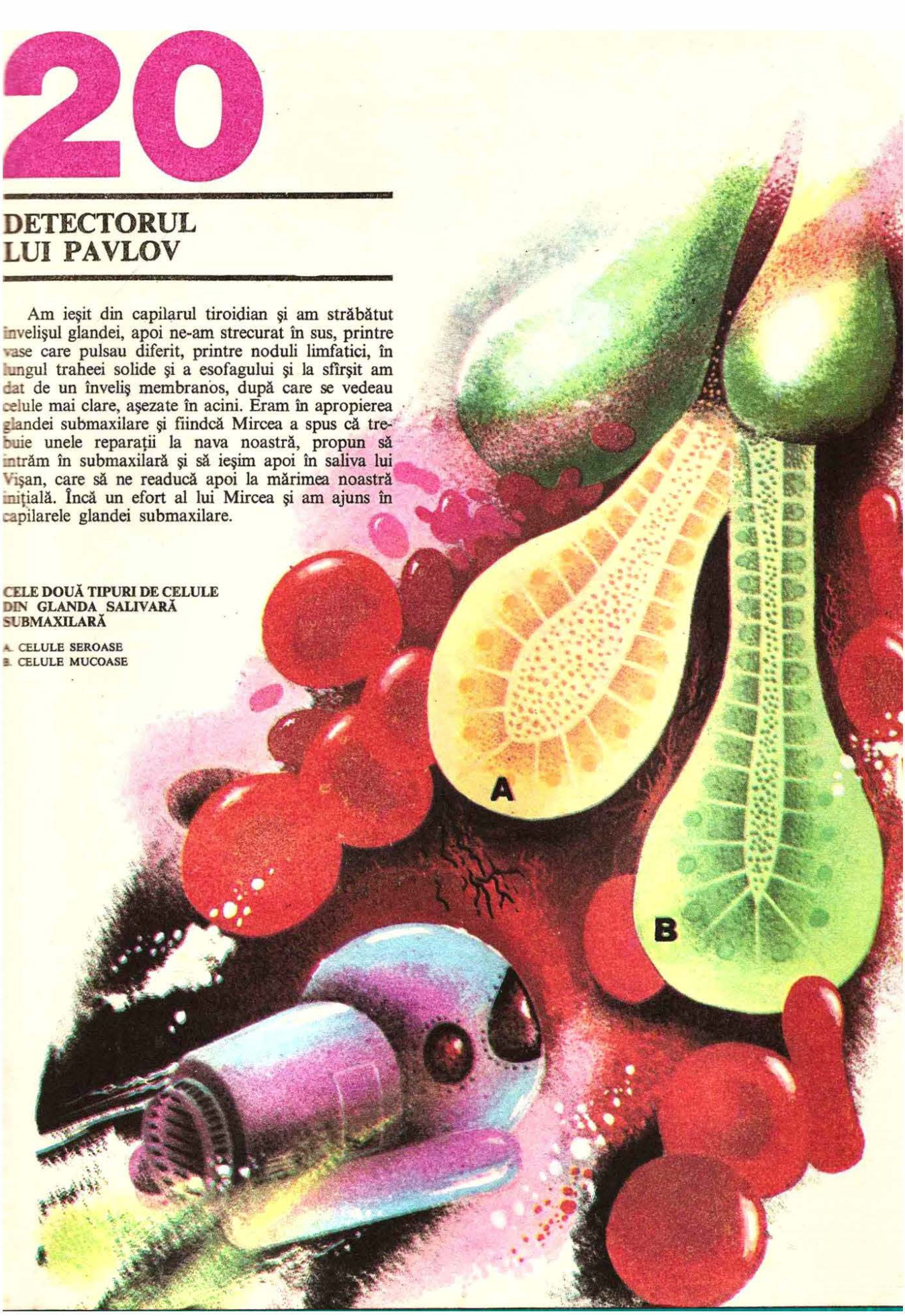
— Cauze mici, efecte mari, filozofa Vişan, o nimica toată de glandă, care nu are nici măcar două zecimi de gram, poate duce la moartea unui organism de 70 kg, cum este al omului, dacă nu funcţionează.

— Haideţi să ieşim acum din tiroidă şi să încercăm ca prin ţesutul conjunctiv de deasupra ei să ajungem la glanda submaxilară, care se găseşte cam la 5—10 cm mai sus. Vom avea de străbătut o zonă fără vreo formaţiune specială, dar cu mulţi ganglioni limfatici, cu cordoane musculare, cu fibre conjunctive şi sigur cu multă vascularizaţie sanguină şi limfatică. Dar vă veţi putea face o idee despre acest ţesut de „umplutură" dintre organe, fără de care nu ar fi însă posibilă integritatea organismului.

20

DETECTORUL LUI PAVLOV

Am ieşit din capilarul tiroidian şi am străbătut învelişul glandei, apoi ne-am strecurat în sus, printre vase care pulsau diferit, printre noduli limfatici, în lungul traheei solide şi a esofagului şi la sfîrşit am dat de un înveliş membranos, după care se vedeau celule mai clare, aşezate în acini. Eram în apropierea glandei submaxilare şi fiindcă Mircea a spus că trebuie unele reparaţii la nava noastră, propun să intrăm în submaxilară şi să ieşim apoi în saliva lui Vişan, care să ne readucă apoi la mărimea noastră iniţială. Încă un efort al lui Mircea şi am ajuns în capilarele glandei submaxilare.



CELE DOUĂ TIPURI DE CELULE DIN GLANDA SALIVARĂ SUBMAXILARĂ

A. CELULE SEROASE
B. CELULE MUCOASE

Eram în sîngele capilarelor care înconjoară acinii glandulari şi ne-am oprit în dreptul acestora. Ne-am fixat de pereţii vasului şi sîngele trecea pe lîngă noi scăldînd bazele celulelor glandulare, care erau unite în acini. Refringenţa formaţiunilor intracelulare era deosebită la diferite celule şi Mircea m-a întrebat de ce?

— În glanda salivară submaxilară sînt două soiuri de celule, unele seroase, care secretă o salivă clară, cu peste 98% apă, altele mucoase, care secretă o salivă mucoasă, cu numai 95% apă, iar restul mucus. Diferenţele dintre celulele acinoase se datoresc deci naturii produsului lor de secreţie.

— Vă ştiu pe undeva pe sub limbă, spuse Vişan. Spune-mi cînd aveţi de gînd să ieşiţi în gură ca să mă pregătesc să vă întîmpin pe o sticlă de ceasornic.

— Mai întîi să vedem cam ce este pe aici. Cum se secretă şi cînd se secretă salivă?

— Toţi ştim că salivaţia începe odată cu mîncarea, adică este legată de aceasta. Nervii de pe limbă sînt excitaţi de alimente şi pe cale reflexă ei determină excitarea glandelor salivare, *parotidele* de sub ureche, *linguala* şi *submaxilara* de sub limbă. Fiecare din ele are un anumit tip de salivă: parotidele una foarte fluidă, seroasă, care se secretă mai ales pentru a înmuia alimentele uscate; sublinguala una foarte vîscoasă, o salivă cu mult mucus, care face ca alimentele să se unească într-un bol şi să alunece din gură spre esofag; submaxilara, pe care o avem alături, care produce o salivă mixtă: seroasă şi mucoasă. Secreţia salivei este reflexă şi iată o dovadă.

— Vişan, te rog să iei în mînă lămîia care stă pe masă şi să o tai.

Făcînd acestea noi urmăream secreţia celulelor din apropiere şi în cîteva secunde am constatat că celulele au o mare activitate şi că înspre canalul lor ele elimină o mare cantitate de salivă seroasă.

— Cum s-a produs acest fenomen?

— Lămîia a determinat lui Vişan, în mod reflex, o secreţie abundentă de salivă seroasă, fiindcă el „ştia" dinainte că atunci cînd pui pe limbă o bucată de lămîie, imediat, gura ţi se umple de salivă, care diluează acreala ei. Acest lucru acum se produce şi numai dacă vezi lămîia tăiată. Este un *reflex condiţionat* sau un lucru învăţat în viaţă.

Ştiţi că Ivan Petrovici Pavlov, savant sovietic, a studiat amănunţit legătura dintre secreţia de salivă şi hrană, ajungînd să cunoască unele mecanisme de lucru ale creierului şi deschizînd prin aceasta un drum larg cercetărilor ulterioare pe sistemul nervos. Acum, Mircea, te rog să te strecori printre celulele acinului din stînga, să ajungi în lumenul lui şi apoi foarte încet să mergem cu fluxul salivar pînă ieşim, prin canalul numit al lui Wharton, sub limba lui Vişan. O să-i comunicăm momentul ieşirii ca să ne culeagă pe lama de sticlă pregătită.

Toate acestea s-au făcut şi după ce Vişan a identificat cu scintilatorul prezenţa navei noastre pe sticla de ceasornic, a pus-o pe aceasta pe platforma aparatului de schimbat volumul obiectelor şi apoi a început manevra pupitrului de comandă. Sunetul de orgă s-a auzit în încăpere, noi ne măream mereu şi după circa 20 de minute am ajuns la talia normală. Am deschis nava şi am păşit din nou în lumea dimensiunilor noastre. Acum am chemat pe moş Ion, care nu se putea dumiri unde am fost atîta vreme, şi mai ales unde a fost cuşca asta care stă acum în aparatul de schimbat taliile, cum îi zicea el.

— Aţi venit desigur de prin cosmos, de undeva, spuse el, dar bine că aţi venit, căci am fost îngrijorat serios de soarta dumneavoastră.

— Moş Ion, adu mai bine ceva să cinstim momentul şi pe mîine dimineaţă să chemi oamenii pe care ţi-i va indica Vişan, ca să ne ajute să reparăm ceva la această navă, căci vom porni apoi din nou.

21

DIN NOU AFARĂ. AMENAJĂRI NOI

Ne simţeam deosebit de bine aflîndu-ne din nou în lumea noastră. Trăiam însă intens amintirile acestei călătorii şi eram hotărîţi să explorăm şi ce a mai rămas necercetat de noi. Pentru aceasta Mircea trebuia să modifice într-un fel propulsia navei ca ea să aibă o anumită forţă de împingere şi astfel să putem străbate prin nişte membrane de organe ca să vedem cum se prezintă structurile interne, mai ales în sistemul nervos şi în muşchi, care ambii sînt învelite de nişte „teci" foarte rezistente. Dar prietenul meu se gîndise deja ce trebuie făcut şi a doua zi a şi început să lucreze la modificările proiectate. Au venit o serie de mecanici, cîţiva electronişti (pe care îi cunoscusem şi la început) şi s-au apucat de lucru. Vişan aducea materiale noi şi le fasona la strunguri jos în ateliere şi apoi acestea erau înglobate undeva într-un fel de anexă la baza navei noastre. Eu între timp am plecat cîteva zile acasă, urmînd ca Mircea să mă anunţe cînd să vin ca să continuăm călătoria începută.

Dar iată că într-o seară amicul meu îmi comunică la telefon că Vişan a dispărut şi nu este de găsit niciunde. Era foarte îngrijorat şi bănuia că a fost răpit.

— Vino, îmi spuse, dacă poţi, imediat, cred că amîndoi va trebui să-l căutăm şi cam bănuiesc eu unde.

Aşa am ajuns la Bucureşti mai devreme şi Mircea mi-a spus ce s-a aflat pînă acum. Un grup de turişti străini au sosit cu cîteva zile înainte şi printre ei era un profesor de neurologie pe care Mircea îl cunoştea ca fiind unul din cei care practicau hipnotismul asupra bolnavilor. Ce căuta el la noi? Niciodată nu şi-a exprimat dorinţa de a veni la Bucureşti. Era din oraşul acela străin unde se lucra cu cîmpuri electromagnetice pulsatorii şi unde un coleg de al lui l-a întrebat de multe ori ce greutăţi are în manipularea lor şi i-a cerut de multe ori sfatul. Mircea bănuia că el lucrează tot la micşorarea volumului şi dacă cineva l-a putut lua pe Vişan, apoi numai aici trebuie căutat. Cum să-l fi luat? Mircea credea că s-a întîlnit cu acest savant, pe care îl cunoştea, şi acesta l-a hipnotizat şi astfel l-a putut captura.

— Nu avem altceva de făcut decît să dăm o fugă pînă acolo şi să ne convingem!

— Dar bine ar fi să nu divulgăm nimănui nimic despre interesanta noastră cercetare.

— Nu, nici n-o să facem asta. O să folosim platforma cu motor magnetic insonor, pe care am venit la tine atunci cînd am fost gata cu învingerea imponderabilităţii. Îţi aminteşti? Pe ea vom merge fără să ştie cineva pînă în acel oraş şi ne vom convinge că Vişan este sau nu acolo. Vom lua tubul ultrasonic ca să putem vorbi cu Vişan fără să ne audă cineva.

Şi aşa a doua zi, sub comanda lui Mircea, moş Ion a manipulat instalaţiile şi ne-am micşorat cu platformă cu tot pînă am ajuns la circa 10 cm fiecare şi lăsînd laboratorul pe seama lui moş Ion, seara am pornit ca vîntul. Am zburat peste oraşe, sate, ape, munţi şi dimineaţa eram deja deasupra oraşului bănuit. Luasem cu noi o hartă amănunţită, cu toate drumurile, apele, munţii şi aşezările omeneşti şi astfel ne-am orientat destul de uşor. De sus de la circa 1 000 m, pe unde pluteam, Pămîntul se vedea ca şi pe harta micşorată la dimensiunea noastră. Mircea cunoştea oraşul, căci fusese la colegul său de două ori şi îi văzuse instalaţiile. Era zi plină cînd am ajuns cam deasupra universităţii. Nimeni nu se uita în sus şi noi eram destul de mici ca să nu fim reperaţi uşor. Dar ca să fim siguri de asta am descins într-o pădure la cîţiva km de oraş şi unde am putut lua o masă din ceea ce am adus şi am băut apă curată dintr-un izvor ce curgea printre muşchi.

Seara am urcat din nou şi am coborît deasupra universităţii şi a laboratorului de fizică, care avea geamurile larg deschise şi luminate. Erau acolo mai multe persoane, printre care şi colegul lui Mircea şi printre cei care stăteau la o masă el a recunoscut şi alţi savanţi fizicieni. Toţi aşteptau ceva. Noi stăteam pe pragul ferestrei şi aşteptam şi noi. Deodată o uşă se deschise şi apăru Vişan adus de braţ de un tînăr şi de hipnotizorul semnalat la Bucureşti. Toţi se ridicară. Vişan este poftit să stea jos şi fizicianul, coleg cu Mircea, se apropie de Vişan şi începe să îi vorbească. Noi în timpul cît atenţia tuturor era îndreptată spre Vişan, am zburat în cameră şi Mircea s-a dus direct la un tablou de siguranţă şi a întrerupt lumina.

Ne-am apropiat de masa din mijloc, Mircea a scos tubul ultrasonic, care proiecta un sunet de peste 200 000 herţi cu care forma un perete tubular, iar în interiorul acestuia se putea vorbi, fără ca sunetele să iasă în afara pereţilor ultrasonici. Îndreptîndu-l spre Vişan i-a spus:

— Valer, mă auzi prin tubul ultrasonic. Fă-mi semn cu capul că auzi! (Vişan înclină imediat capul într-o tresărire a corpului). Acum ascultă bine ce-ţi spun: am să mă apropii de tine, deasupra capului şi am să te învălui într-un cîmp magnetic pe care îl iau de la platforma pe care mă găsesc împreună cu Eugen. Am venit azi-noapte de acasă. Sîntem acum aici, unde am bănuit că te găsim. Dar acum nu e permis să greşim.

Am coborît deasupra lui Vişan şi Mircea l-a trezit învăluindu-l într-un cîmp magnetic de mai multe ori. Vişan nu s-a mişcat, dar era complet treaz.

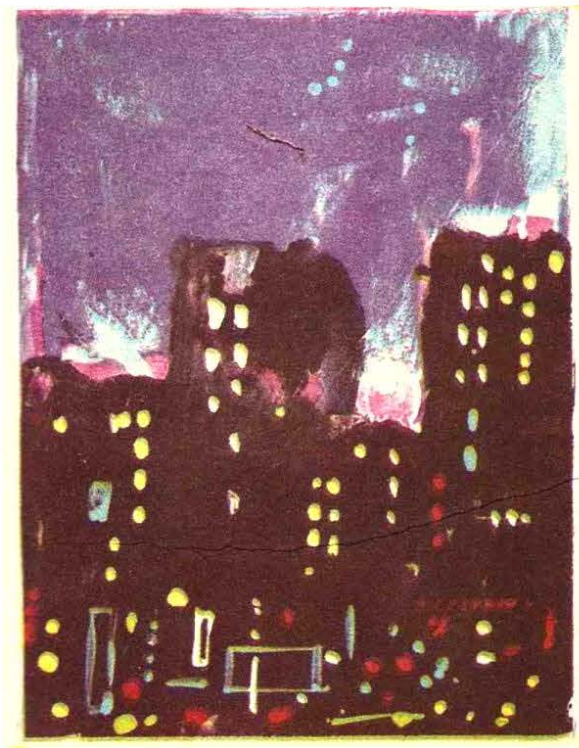
— Fă jocul lor mai departe, îi spuse Mircea. Te vor întreba despre instalaţia noastră. Dă-le indicaţii cît mai confuze şi scrie-le formule cît mai greşite. Totul să pară că vorbeşti sub influenţa hipnotismului, din care nu te trezeşti. După ce se va termina

ședința ei te vor conduce tot așa la hotel. Abia după ce ai intrat în cameră și însoțitorii se vor îndepărta, vei ieși cu grijă în timpul nopții din cameră, vei merge foarte natural pe scări, lași cheia la portar, spunîndu-i că te duci la plimbare și mergi repede peste două străzi unde ne aflăm noi. E clar?

Vișan da din cap, murmurînd cîte ceva ca și cînd ar fi încercat să iasă din starea de hipnotism. Imediat hipnotizorul s-a așezat în fața lui, căutînd să-l mențină în stare de inconștiență, dar după efectul cîmpului magnetic hipnotismul nu mai prinde multă vreme subiectul.

După ce am comunicat toate acestea am zburat spre geam, dar înainte de a ieși din cameră s-a aprins lumina și cineva a exclamat:

— Uite ce pasăre curioasă a ieșit acum din sală! Am fost urmăriți cu ochii, dar curînd am ajuns în protecția întunericului și ne-am dus direct la locul stabilit. Mircea cunoștea perfect planul orașului. Clădirea în care îl așteptam era bine luminată și printr-un geam deschis l-am văzut pe prietenul ce ne aștepta vorbind cu cineva. Stînd pe pervazul geamului, cu ajutorul tubului ultrasonic, Mircea i-a comunicat că am sosit și l-a rugat să se facă cît mai repede liber ca să putem comunica cu el. Nu peste mult vizitatorul a plecat și prietenul a venit spre geam, dar



era gata să leşine cînd a văzut pe cei doi omuleţi, care eram noi stînd pe platforma cu motor magnetic de mărimea unei cărţi. Mircea a început însă să vorbească direct, persoana lui fiindu-i bine cunoscută ca un om de ştiinţă de mare valoare, care fusese de mai multe ori în oraş, cu ocazia congreselor sau în vizite la colegii lui fizicieni. Aşa că pînă la urmă am intrat în cameră, ne-am aşezat la birou, iar după ce uşa a fost încuiată, am făcut planul cum să îl aducem pe Vişan acasă. Toate au fost bune şi nici acum nu uit uimirea prietenului nostru, căruia nu îi venea să creadă că e posibilă o astfel de micşorare a mărimii oamenilor.

După ce totul a fost înţeles, noi am pornit-o pe acelaşi drum înapoi şi dimineaţa pe la orele 10 am intrat pe geamul la care stătea moş Ion, care era la post. Ne-am aşezat pe platforma aparatului şi cu ajutorul lui moş Ion am fost readuşi la mărimea normală.

— Nici dumnezeu nu poate face ceea ce ai făcut dumneata, dragul moşului! Era atîta adoraţie în aceste cuvinte, încît Mircea s-a apropiat de bătrînul său laborant şi l-a sărutat pe frunte.

— Mintea omului e mai mare ca dumnezeu, moş Ioane, pentru că mintea omului l-a inventat şi pe dumnezeu !

Ne-am bucurat împreună cu moş Ion de revedere şi apoi ne-am văzut de treburile noastre.

— La noapte iarăşi va trebui să ne repezim pînă la Vişan, să îl aducem acasă. Hai acum să pregătim lucrurile aşa cum trebuie, căci acolo nu mai pot face mic din mare sau mare din mic. O să ne ajute încă o dată moş Ion.

Ne-am instalat pe platforma magnetică şi moş Ion manevra butoanele şi pîrghiile, aşa cum îi spunea Mircea, pînă ce am ajuns din nou la mărimea unei cărţi. Acum ne-am oprit şi am zburat pe masă.

— Moş Ioane, să ai grijă de laborator. Nimeni nu intră aici pînă nu ne întoarcem noi, pe mîine sau poimîine dimineaţa. De dumneata depinde şi viaţa noastră şi a lui Valer Vişan.

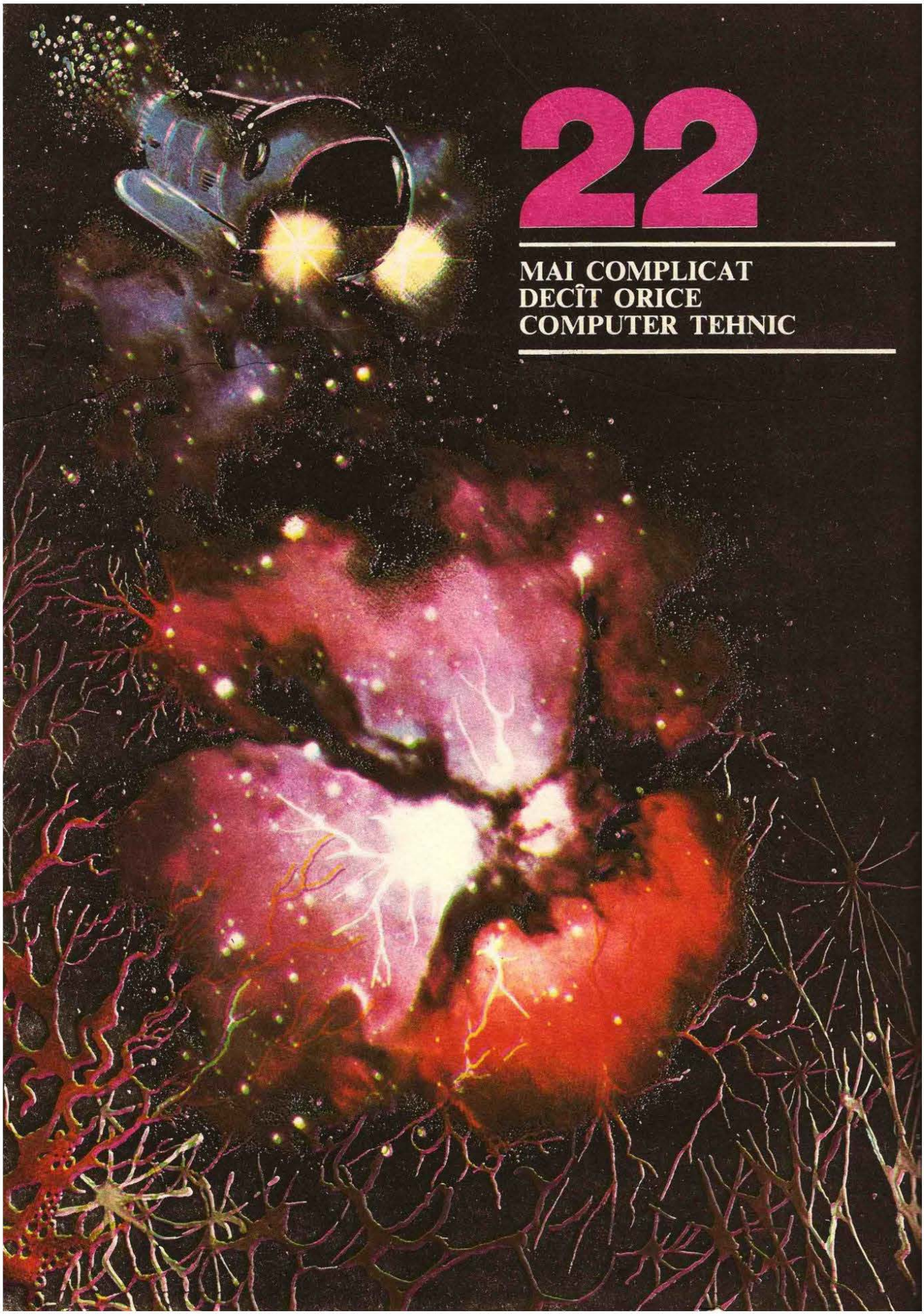
Lucrurile s-au petrecut exact aşa cum prevăzuse Mircea. Vişan ne-a aşteptat. Casa era supravegheată. Vişan a fost mascat cu mustăţi, ochelari de soare şi un costum naţional (era un ansamblu folcloric românesc în oraş) şi astfel a plecat la aeroport, unde totul s-a petrecut cu bine şi fără nici o complicaţie, căci „prietenii" noştri fizicieni nu se aşteptau ca totul să se desfăşoare atît de repede, iar seara Vişan a coborît la Otopeni, de unde un taxi l-a adus la laborator. Noi îl aşteptam: sosisem cu cîteva ore mai înainte şi stăteam încă pe platforma cu motor magnetic de vorbă cu moş Ion despre cîte minuni nu se pot face în lumea asta!

Vişan ne-a readus la mărimea noastră şi astfel întîmplarea s-a soldat cu bine, fiindcă încă nimeni nu ştia că există posibilitatea ca doi oameni să zboare micşoraţi mai repede ca avionul şi că există pe lume doi savanţi ca Mircea şi Vişan.

— Acum două zile de odihnă pentru toţi, ca apoi să putem relua drumul nostru prin corpul lui Valer, spuse Mircea. Unde vom călători de data asta, Eugen?

— Cred că vom intra în sistemul nervos!

— Adică în mintea mai mare ca a lui dumnezeu! spuse Mircea zîmbind spre moş Ion. Bine! tare aştept să văd cam ce e pe acolo!



22

MAI COMPLICAT DECÎT ORICE COMPUTER TEHNIC

După două zile am expus prietenilor mei planurile de a pătrunde şi explora sistemul nervos. O serie de planşe, pe care am să le folosesc şi în cursul călătoriei, m-au ajutat ca să îi fac să înţeleagă că acest drum va fi cel mai greu şi poate cel care ne va aduce cele mai puţine indicaţii de felul cum funcţionează această parte esenţială a omului care îi şi dă atributul de om şi îl deosebeşte de animal.

— Vom intra prin canalul rachidian, cerînd ajutorul unui medic chirurg, care să ne introducă capsula „Harvey" prin şira spinării; apoi vom înota prin *lichidul cefalo-rahidian*, explorînd *măduva* la exterior şi la interior, ne vom ridica prin *canalul ependimar* pînă în regiunea bulbului şi ventriculului IV şi vom pătrunde în spaţiul creierului, propriu-zis, cunoscînd structura acestuia şi încercînd să desluşim cîte ceva din felul lui de funcţionare. Aici vom avea probleme pe care acum nu le pot prevedea; dar sper să le rezolvăm cît mai bine. Vom face apoi un salt în lungul unui nerv pînă la un muşchi şi os, şi ne vom înapoia în creier de unde vom ieşi probabil prin nas.

— Nu s-ar putea fără medic? întrebă Mircea. Mă tem de oricine în plus care cunoaşte secretul nostru.

— Nu se poate fără medic, dar nu trebuie ca el să ştie secretul. El va injecta în şira spinării lui Vişan un lichid pe care i-l vom da gata preparat şi care va fi un ser fiziologic de sigur. În acest fel medicul nu va ezita. Îi vom spune că este o soluţie străină care îl ajută pe Vişan la înlăturarea durerilor de spate. Noi vom pregăti din timp fiola şi vom alege medicul dintre prietenii care ne vor face bucuroşi un astfel de serviciu.

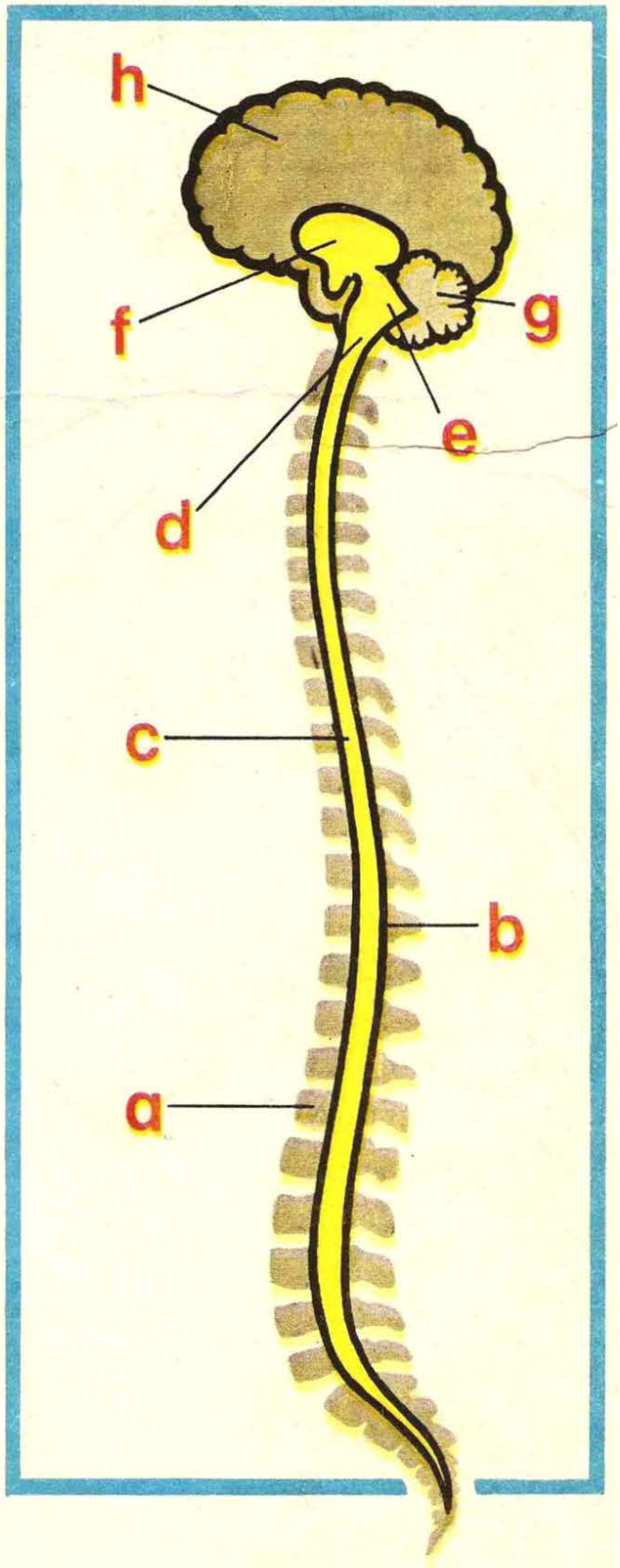
După două zile totul era pus la punct, capsula „Harvey" micşorată la aceeaşi dimensiune dinainte şi pusă de Vişan într-o fiolă sterilă pe care el a cerut-o unui coleg şi prieten să i-o administreze.

— De injecţie mă tem mai mult decît de călătoria voastră prin sistemul meu nervos. Sper să nu doară prea tare.

Dar totul a mers bine. Injecţia a fost perfectă, noi din seringă am ajuns în lichidul cefalo-rahidian, care înveleşte măduva spinării şi tot sistemul nervos central într-un înveliş lichid cu o grosime de pînă la 1 cm jur-împrejur.

— Măduva aceasta este bine apărată de şocuri mecanice, spuse Mircea. Am cunoscut învelişuri metalice, de lemn, de papură, de cîrpe etc., dar niciodată nu m-aş fi gîndit că pot exista învelişuri lichide. Ca fizician îmi dau seama de avantajele acestuia. La exterior sînt pereţii osoşi ai coloanei vertebrale, care se pot mişca foarte limitat, lateral şi înainte cîte puţin, prin acestea volumul lichidului cefalo-rahidian nu se modifică şi deci nici valoarea presiunii lui. Măsurătorile mele indică, de cînd am intrat, o presiune de la 10 la 15 mm Hg şi îmi pare că există unele variaţiuni de 2 mm Hg, paralele cu ritmul respirator. Astfel de variaţii nu pot modifica eficacitatea manşonului lichid de protecţie a măduvei.

— Este exact ceea ce voiam să vă spun, ca să fiţi atenţi la acest înveliş lichid care asigură o funcţionare constantă a măduvei spinării. Acest lichid se continuă



a. ŞIRA SPINĂRII
b. CANALUL RAHIDIAN
c. MĂDUVA SPINĂRII
d. BULB
e. VENTRICULUL IV
f. VENTRICULUL III
g. CEREBEL
h. CREIER

în exteriorul întregului creier ca o pătură ce separă învelişurile sistemului nervos, *dura mater*, învelitoarea dinspre exterior, de *piamater*, care aderă direct pe ţesutul nervos, iar între acestea este o formaţiune laxă de grosimi variabile, numită *arahnoidă*, în care circulă acest lichid protector al întregului sistem nervos. Dar un astfel de lichid circulă în toate spaţiile din interiorul sistemului nervos central. Îl vom studia cînd vom ajunge în *ventriculele emisferelor cerebrale*.

— Dar în ce cantitate se găseşte acest lichid cefalorahidian?

— Se evaluează la circa 100—150 ml în total, suficient ca să dea manşonul lichid, cum îi spune Mircea, şi să apere măduva de orice lovituri mecanice de la exterior, ce se pot aplica pe coloana vertebrală, care le simte, dar ele nu acţionează asupra măduvei din cauza lichidului care le anihilează.

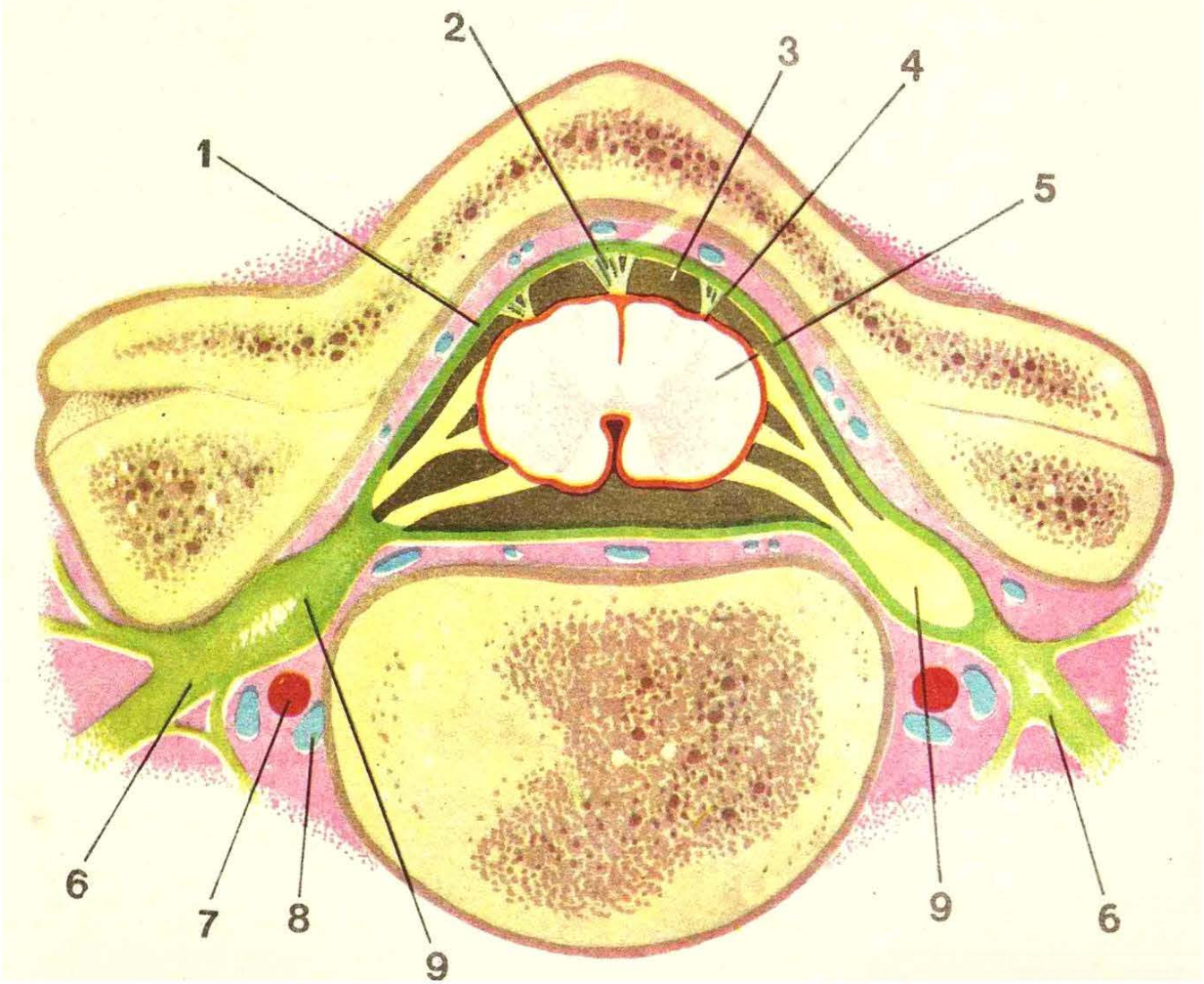
— Văd plutind pe lîngă nava noastră şi unele umbre de celule. Ce sînt acestea?

— Aici numai limfocite pot fi, se găsesc în număr foarte mic, de maximum 5 pe mm^3 şi provin din spargerea capilarelor din învelişurile măduvei. Creşterea numărului lor indică diferite afecţiuni ale aparatului circulator sau chiar ale măduvei spinării. Uneori se pot vedea şi monocite, care probabil se desprind de pe pereţii învelişurilor durale (dura mater) ale canalului vertebral.

— Ce ar fi să fac o analiză a acestui lichid? întrebă Mircea şi se puse imediat pe lucru manipulînd aparatele de la exterior şi citind rezultatele pe indi-

SECŢIUNE TRANSVERSALĂ PRIN CANALUL RAHIDIAN

1. DURA MATER
2. LIGAMENTE
3. SPAŢIU SUBARAHNOIDIAN
4. PIAMATER
5. MĂDUVĂ
6. NERV SPINAL
7. ARTERĂ VERTEBRALĂ
8. VENĂ VERTEBRALĂ
9. GANGLION SPINAL



catoarele de la masa de comandă. Punctul crioscopic[1] este —0°56, deci ca al sîngelui ; pH = 7.31 ; rezerva alcalină de 55 ml. de CO_2; apă este 988,9 la litru; glucoza 0,4 g la litru, deci jumătate ca în sînge; proteine-albumine 1,8 g la sută, de asemenea mai puţine ca în sînge.

— Bravo Mircea, deci lichidul cefalo-rahidian nu este identic cu plasma sîngelui. Este un lichid original, secretat de nişte formaţiuni numite *plexusuri choroidiene*, ce se găsesc în ventriculii laterali ai encefalului, I şi II, care sînt nişte formaţiuni glomerulare-vasculare în pereţii acestor cavităţi. Dar secreţii mai dau şi învelişul arahnoidian, cît şi celulele *ependimului medular*.

— Se schimbă lichidul cefalo-rahidian? întrebă Vişan.

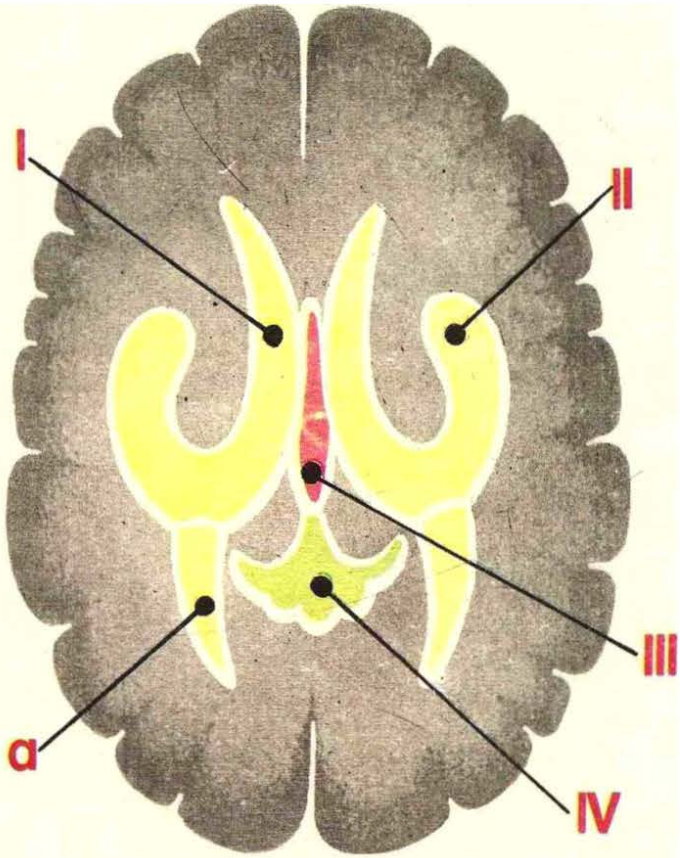
— Dacă se face o fistulă în canalul rahidian, acolo unde i s-a făcut injecţia lui Vişan şi acul se lasă liber, se constată că prin el pică mereu astfel de lichid ore întregi. Este semn că el se reface undeva şi că în mod normal atîta se secretă cît se pierde prin fistulă. În mod normal el se secretă prin plexusurile choroide şi se absoarbe prin pereţii capilarelor venoase. Acest lichid conţine şi azotaţi, uree, acid uric, CO_2 etc., adică produşii de catabolism ai sistemului nervos. Este deci un lichid care ajută eliminarea produşilor toxici ai metabolismului sistemului nervos central. Ei sînt mai mulţi în lichidul ventriculilor I, II şi III, căci acolo provin din însăşi activitatea creierului. Printre substanţele proteice care s-au identificat în acest lichid sînt şi globuline, adică anticorpi care feresc celulele nervoase de acţiunea unor antigeni ce ar putea pătrunde accidental aici.

La iluminarea puternică a navei vedeam în jur cordoane groase care treceau de la măduvă spre coloana vertebrală şi a unor fişii subţiri de ţesut aproape transparent care legau măduva de diferitele locuri ale canalului osos vertebral.

— Ceea ce vedeţi ca fişii sînt un fel de tendoane care se fixează de diametrul măduvei şi pe dura materul vertebrelor. Prin ele măduva se fixează la mijlocul canalului rahidian şi rămîne întotdeauna înconjurată de manşonul ei de lichid cefalo-rahidian. Iar cordoanele groase sînt nervii rahidieni. Fiecare parte a măduvei are cîte 31 de perechi, alcătuită dintr-un nerv sensitiv şi unul motor. Cordonul dinspre partea posterioară este sensitiv şi se poate recunoaşte şi după faptul că la ieşirea lui din măduvă are o dilatare evidentă, care este ganglionul spinal, locul în care se găsesc celulele nervoase al căror *dendrit* lung porneşte spre periferie, pînă la piele, iar axonul[2] lor scurt intră în măduvă. Aceste rădăcini posterioare, cum se numesc, aduc deci informaţii sensitive. Ca să ne convingem îl rog pe Mircea să proiecteze pe una

[1] Punctul termic la care îngheaţă apa este de 0°C; lichidele care conţin substanţe solvate au punct de îngheţare sub această valoare etalon.

[2] Celula nervoasă cu toate prelungirile ei se numeşte neuron; el are prelungiri multiple prin care influxul nervos vine la celulă (dendrite) şi are o prelungire unică prin care influxul se conduce la periferie (axon).



VENTRICULII CEREBRALI

I. VENTRICUL CEREBRAL LATERAL STÎNGA
II. VENTRICUL CEREBRAL LATERAL DREAPTA
III. VENTRICULUL III
IV. VENTRICULUL IV
a. CORNUL POSTERIOR

din ele o excitaţie electromagnetică şi pe Vişan să ne spună exact ce simte.

Mircea a proiectat o astfel de descărcare şi Vişan ne-a anunţat că a simţit o înţepătură uşoară în regiunea laterală şi de jos a abdomenului drept.

— Iată dovada că e vorba de o rădăcină sensitivă, iar după localizarea senzaţiei se poate spune că sîntem în dreptul rădăcinilor VII sau VIII din cele 12 perechi de nervi *dorsali*. Iar ca să verificăm, te rog, Mircea, să proiectezi acum o aceeaşi excitaţie pe nervul motor pereche cu cel dinainte.

Vişan ne-a confirmat că i s-au contractat muşchii abdominali din aceeaşi regiune, dar pe o întindere mai mare şi mai neprecisă.

— Şi acum să coborîm !

Am străbătut astfel un spaţiu în care am putut distinge alte 5 perechi de nervi rahidieni. Apoi am repetat excitaţiile ca mai sus şi Vişan ne-a spus că a simţit o senzaţie de apăsare pe pulpa de sus şi anterioară a piciorului drept, iar la nervul motor o contracţiune a muşchilor coapsei, care au făcut să strîngă puţin piciorul înspre spate. După aceste indicaţii am dedus că ne aflăm în dreptul perechii a doua a nervilor *lombari*.

— Adică cum e împărțită această inervație medulară? întrebă Vișan.

— Măduva spinării se întinde de sub bulb cam 45 cm pînă în dreptul vertebrelor lombare, de unde se continuă prin nervii rahidieni ce formează coada de cal. Din ea ies nervii rahidieni care se delimitează astfel: 8 perechi nervi *cervicali*, care se distribuie în regiunea gîtului și a membrelor anterioare; 12 perechi nervi *dorsali*, ce inervează cutia toracică și abdomenul; 5 perechi nervi *lombari* care se distribuie la membrele posterioare și 6 perechi nervi *sacrali* ce dau inervația regiunii *perianale*[1]. În general fiecare pereche de nervi rahidieni se distribuie la o aceeași regiune a corpului: cei sensitivi la pielea și la organele subjacente, cei motori la mușchii acelei regiuni. O astfel de porțiune a pielii se numește *dermatom* și joacă un rol însemnat în funcționarea reflexă a organismului. Așa se explică de ce în unele cazuri de suferință a unui organ intern (de exemplu inima) se simt dureri în anumite dermatoame, a căror inervație se face din aceleași locuri ale măduvei ca și a organului intern. Durerile de înțepare în lungul mîinii stîngi în cazurile de infarct miocardic se explică în acest fel. Dar hai mai departe!

Pe măsură ce coboram, nervii rahidieni erau tot mai apropiați și după ce măduva s-a terminat, ultimii ei nervi coborau într-un mănunchi ca o „coadă de cal" și abia puteam înainta printre ei.

— Aceasta este porțiunea terminală numită „*phyllum terminale*", alcătuită din cele 6 perechi de nervi sacrali. Dacă excităm unul, așa cum va face acum Mircea, vom afla niște senzații curioase. Vișan a și început să sară în sus, spunînd că are senzații neplăcute în regiunea anală și ne ruga să încetăm cu asemenea experiențe.

— Și acum să revin la importanța dermatoamelor. Cunoașterea lor indică felul cum se realizează anumite reflexe medulare, care își au centrii motori în măduvă. Dacă reflexul nu se produce însemnează că acest centru este lezat sau chiar distrus. Medicii cunosc o mulțime din aceste reflexe medulare și noi de asemenea le știm. Dacă gîdilăm talpa piciorului, care este inervată de nervii perechii a 5-a lombară se flexează degetele piciorului respectiv. Este reflexul plantar. Dar dacă flexarea degetelor nu are loc înseamnă că centrul respectiv medular nu funcționează, că aici este o leziune.

— Mai sînt și alte astfel de reflexe medulare? întrebă Vișan.

— Desigur că sînt. Iată cîteva mai cunoscute de toți: reflexul rotulian este dat de a 3-a pereche de nervi lombari; reflexul scrotal de prima pereche a nervilor lombari; reflexul gîdilatului sub brațe de prima și a doua pereche de nervi dorsali ; reflexul cotului de perechea a doua de nervi cervicali etc.

— Dar, în fond, ce sînt aceste reflexe de care se vorbește așa de mult la sistemul nervos? Acum am auzit de reflexe spinale, dar am mai auzit de unele condiționate și necondiționate, de reflexe vegetative, de reflexe pupilare etc., întrebă Mircea.

[1] Regiunea foarte complexă din jurul anusului.

— Reflexul este, după definiția clasică, modul de funcționare automată a sistemului nervos central. Baza lui anatomică este întotdeauna *arcul reflex*, alcătuit din cinci porțiuni bine distincte: un *receptor* (organ de simț periferic sau intern), un *conductor spre centru* (nervul sensitiv), un *centru nervos* alcătuit din celule nervoase (măduva, ganglionii simpatici, encefalul etc.), un *conductor spre periferie* (nervul motor, sau secretor) și un *organ efector* (mușchi, glandă). Iată cum se prezintă într-o schemă reflexul rotulian de care am vorbit.

— Dar cum se face că răspunsul muscular la excitantul primit de receptor este o contracțiune musculară în conformitate cu tăria excitantului care a provocat-o?

— Mircea, ai pus o întrebare de mare însemnătate pentru înțelegerea funcționării sistemului nervos central, care adaptează întotdeauna răspunsul intensității excitantului care îl provoacă. Rolul coordonator al centrilor nervoși este tocmai acesta. Ei transmit excitația, dar în același timp de la mușchii comandați primesc informații asupra stării lor de contracțiune și tensiune, cu ajutorul unor formațiuni nervoase numite *fusuri neuro-musculare*, care înștiințează centrul de starea de contracțiune și tensiune a mușchiului. Pe baza acestor informații centrul nervos trimite noi influxuri sau micșorează pe cele trimise, astfel încît contracțiunea mușchiului să corespundă exact excitației care a determinat-o. Astfel reflexul devine adaptat și nu fix, așa cum s-ar întîmpla într-un circuit electric în care răspunsul este întotdeauna același de îndată ce se închide circuitul. În centrii nervoși funcționează feed-back-ul cu care ne-am întîlnit de atîtea ori în reglarea activităților omului și organismelor animale în general. Noi fiziologii îl cunoaștem de multă vreme și chiar înaintea lui Norbert Wiener (cel care l-a considerat tema centrală a ciberneticii), iar organismele îl folosesc de cînd există ele.

— Iarăși o dovadă că avem ce „învăța de la animale", constată Vișan.

— Dar spune-ne cum se stabilesc legăturile între cele cinci porțiuni distincte ale arcului reflex? adică între terminațiile neuronului sensitiv, centrul celular nervos și neuronul motor? întrebă Mircea.

— Pentru asta te rog să intri în măduvă, în lungul unui nerv senzitiv. Ai grijă să străbați un înveliș nervos foarte rezistent și să ajungi în interiorul nervului, pe unde vom putea înainta mai ușor.

Am încercat astfel să străbatem învelișul extern, numit *nevrilem*, care este o membrană foarte rezistentă care apără nervul de a fi rupt. Nu a fost ușor, dar pînă la urmă am izbutit și ne-am găsit într-un țesut foarte încîlcit, în care erau vase de sînge, arteriole și venule, erau fascicule de fibre nervoase învelite în membrane mai fine, era un țesut conjunctiv lax și chiar vase limfatice. Înaintînd în lungul nervului înspre măduvă am ajuns la o dilatare a nervului, plină cu celule bipolare, care era ganglionul spinal. Mircea mi-a spus că aici se petrec fenomene electrice și a putut măsura variații de potențial, nu mari, dar foarte numeroase. Oare ce sînt acestea?

— Cred că sînt excitații diferite care vin din pielea

lui Vişan, din regiunea picioarelor şi care se conduc spre măduvă şi de acolo spre centrii superiori. Ele sînt aşa de obişnuite încît nu se mai simt conştient, aşa cum fiecare din noi primeşte din regiunea inferioară a corpului, din piele diferite excitaţii de frecatul hainelor, de contactul cu acestea etc., pe care însă numai dacă sîntem atenţi în mod special le simţim.

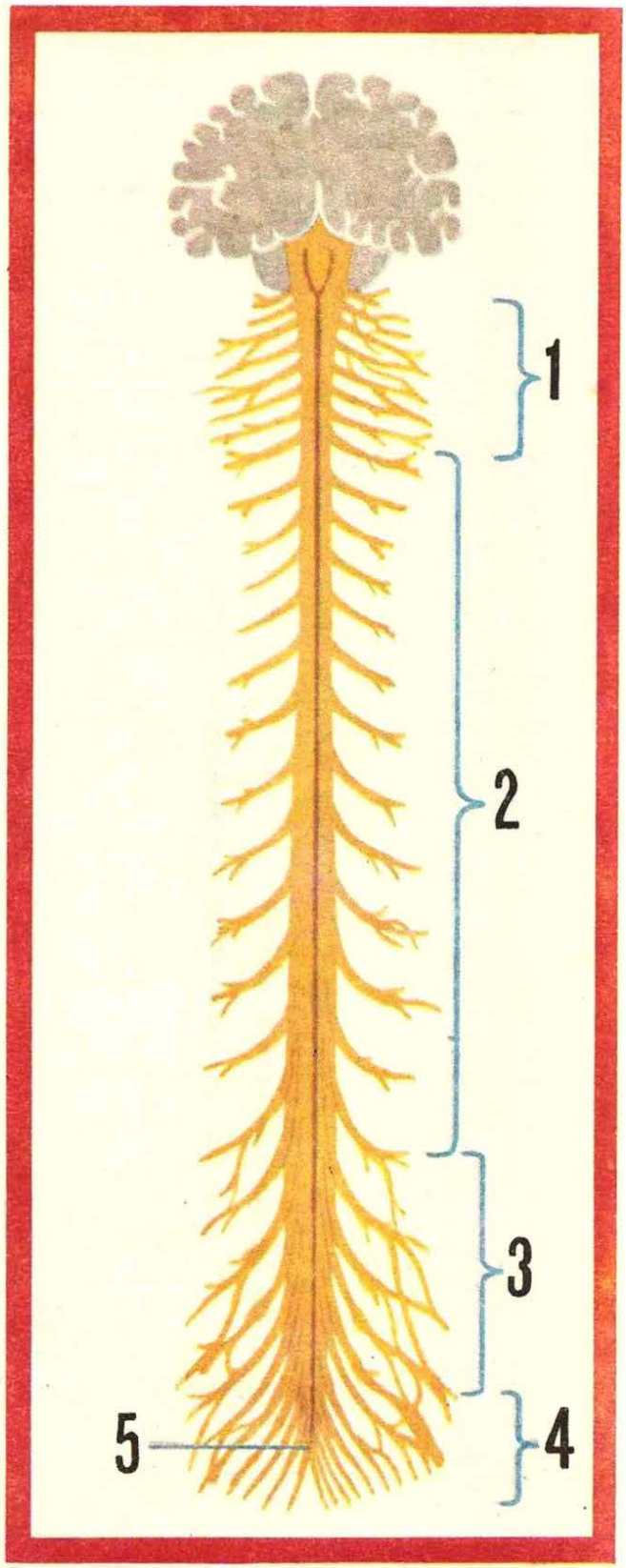
Dar nu ne-am oprit mai mult în ganglionul spinal şi am continuat să înaintăm în lungul axonilor celulelor spinale intrînd în măduvă. Aici am dat de multe celule nervoase şi o grozavă ţesătură de fire nervoase, dar am străbătut mereu pînă ce am ajuns la nişte celule mari stelate, destul de aproape unele de altele, care constituiau un fel de grup compact la care ne-am oprit. Ele aveau un singur axon evident şi pe scurtele lor dendrite primeau ramificaţiunile altor axoni ce veneau dinspre ganglionul spinal sau din partea de sus a axului nervos.

— Cred că este un centru nervos motor, i-am spus lui Mircea. Aici să încercăm să examinăm legătura dintre terminaţiunile axonice senzitive şi dendritele celulei motoare.

— Legăturile dintre terminaţiunile celulelor nervoase se numesc *sinapse;* ele pot fi neuro-neurale sau pot fi terminale. În primul caz sînt legături între două celule nervoase (dendrit-axon), în al doilea caz sînt legături între terminaţiunea unui axon şi un muşchi, o glandă, un ţesut. Axonii celulelor nervoase din centrii se pot termina cu nişte butoane chiar pe corpul altor celule nervoase, aducînd acestora zeci şi sute de informaţii din diferitele părţi ale sistemului nervos, în aşa fel încît o celulă nervoasă poate fi înştiinţată de aproape tot ce se întîmplă în întreg sistemul nervos. Influxul nervos este o undă de depolarizaţie electrică locală, care se transmite în lungul axonului (sau dendritului) ca o variaţie locală de încărcătură electrică ce se poate măsura cu galvanometrele. Să urmărim cu atenţie o astfel de undă pe axonul celulei senzitive ce ajunge pe dendritul celulei motoare lîngă care ne aflăm. Mai bine să provocăm noi o astfel de undă printr-o excitare electromagnetică.

— Înregistrez o diferenţă de potenţial de 0,3 volţi, spuse Mircea, care însă dispare repede şi la capătul terminaţiei axonice constat apariţia de cholină şi de acid acetic.

— Ca să înţelegem am să vă spun cum funcţionează această sinapsă. Unda de depolarizaţie înregistrată se continuă pînă la vîrful terminaţiei axonice. De asta ţi-a dispărut din punctul înregistrat. Dar la vîrful terminaţiei ea eliberează mici vezicule pline cu acetilcholină care se formează în butonul terminal. Această substanţă este eliberată numai de terminaţiunile axonice. Ea intră în spaţiul sinaptic dintre terminaţiunea axonului şi cea a dendritului, sau a corpului celulei nervoase şi pe membrana acestora din urmă determină o nouă undă de depolarizaţie, care apoi se transmite prin dendrit la celulă şi de la aceasta la axonul ei. Dar acetilcholina întîlneşte în spaţiul sinaptic o enzimă, numită cholinesterază, care o descompune în acid acetic şi cholină, pe care Mircea le-a găsit în analiza lui de adineauri. Acetil-



MĂDUVA SPINĂRII CU NERVII RAHIDIENI

1. NERVI CERVICALI
2. NERVI DORSALI
3. NERVI LOMBARI
4. NERVI SACRALI
5. COADA DE CAL

cholina este deci o substanță care se interpune între axon și dendrit, dar și între axon și organul terminal; dacă acesta este mușchiul, atunci acetilcholina din placa motoare ajunge pînă la miofibrilele musculare și le pune în contracție.

— Aș vrea să rezum, spuse Mircea. Acetilcholina este elaborată și eliberată numai de terminațiunea axonului, atunci cînd unda de depolarizație ajunge la butonii lui terminali. Dendritul nu poate elibera acetilcholină. Ca urmare influxul nervos poate trece numai de la axon spre dendrit. Deci un proces chimic determină în fond toată orientarea comenzilor nervoase în sistemul nervos.

— Este absolut exact. Să nu uit să vă spun că acidul acetic și cholina, apăruți prin descompunerea acetilcholinei, reintră în butoanele axonice și participă la o nouă elaborare de acetilcholină. Ea este deci substanța mediatoare principală a sistemului nervos.

— De ce spui principală? sînt și altele? întrebă Vișan.

— Da, sînt încă multe altele. Dar peste 90% din toate sinapsele sistemului nervos au ca mediator acetilcholina.

— Dar acest proces chimic de transmitere a undei de depolarizație are nevoie de un anumit timp. Prin aceasta nu se tulbură sau nu se întîrzie rapiditatea răspunsurilor unui reflex? întrebă Mircea.

— Da, ai dreptate, Mircea. Există un timp necesar eliberării, trecerii și receptării acetilcholinei de la terminațiunea axonică la cea dendritică. El este de cîteva miimi de secundă. Numai în cazul cînd un influx nervos trebuie să străbată un lanț lung de neuroni, timpul reflex, cum se numește el, poate ajunge la 1—2 zecimi de secundă. Dar oricum ar fi răspunsul între momentul excitației (te atingi de ușa fierbinte a sobei) și răspunsul muscular (îndepărtezi brusc mîna) nu depășește două zecimi de secundă, astfel că răspunsul este eficace. Iar pentru a scurta cît mai mult acest timp reflex, organele de simț, care percep excitanții din mediu, sînt grupate în regiunea capului, porțiune cu care animalele înaintează în mediu, adică vin în contact mai întîi cu excitanții din acesta și astfel influxul nervos parcurge o cale mai scurtă și timpul reflex este și el mai scurt.

— Cred că este de admirat felul cum s-a organizat transmisiunea informației la animale și om. Mă ui-

REFLEXUL ROTULIAN

mesc mai ales posibilitățile de informație extrem de numeroase pe care le au toți neuronii prin legăturile ce se stabilesc între aceştia. Cîte celule nervoase are sistemul nervos central? Şi ce sînt neuronii?

— Bine ai făcut că întrebi, căci mereu vorbim de neuroni şi nu ştim încă ce sînt. După definiția lui Waldeyer, dată în 1891, neuronul este unitatea de structură a sistemului nervos, el fiind celula nervoasă cu toate prelungirile ei dendritice şi axonice. Aceste prelungiri uneori sînt foarte scurte, ca la dendritele motoare din măduvă, alteori dendritele sînt foarte lungi, ca la celulele ganglionilor spinali, ele putînd ajunge la peste un metru, de la celulă la capătul degetului mare al piciorului. Tot astfel axonii au lungimi diferite, unii foarte scurți, ca la celulele de asociație din măduvă, alteori foarte lungi, ca la celulele piramidale din zona motoare a circumvoluțiunii frontale ascendente, care ajung pînă la capătul măduvei spinării.

— Iar corpul celulei neuronului? întrebă Vişan.

— Acesta are şi el mărimi diferite, de la cîțiva microni diametru la celulele stratului superficial al scoarței, la sute de microni ca la giganticele celule ale stratului piramidal al scoarței sau al celulelor ganglionare din retină. În celula nervoasă propriu-zisă, ceea ce se pare că este mai important, este prezența unor depozite de o substanță proteică specială, numită de histologi corpusculii Nissl, care ar putea foarte bine să fie depozitarele unor modificări de structură de care să se lege memoria, cum vom vedea mai tîrziu. În celulă mai există neurofibrile, nişte formațiuni proteice filiforme, care pot fi puse în evidență cu un anumit sistem de colorare (impregnare argentică) şi care ar reprezenta traseul proteic prin care influxul nervos, unda de polarizație, trece în lungul celulei şi intră odată cu aceste neurofibrile în axon.

— Nervii sînt atunci alcătuiți numai din prelungiri ale neuronilor, iar centrii numai din corpul celulelor nervoase?

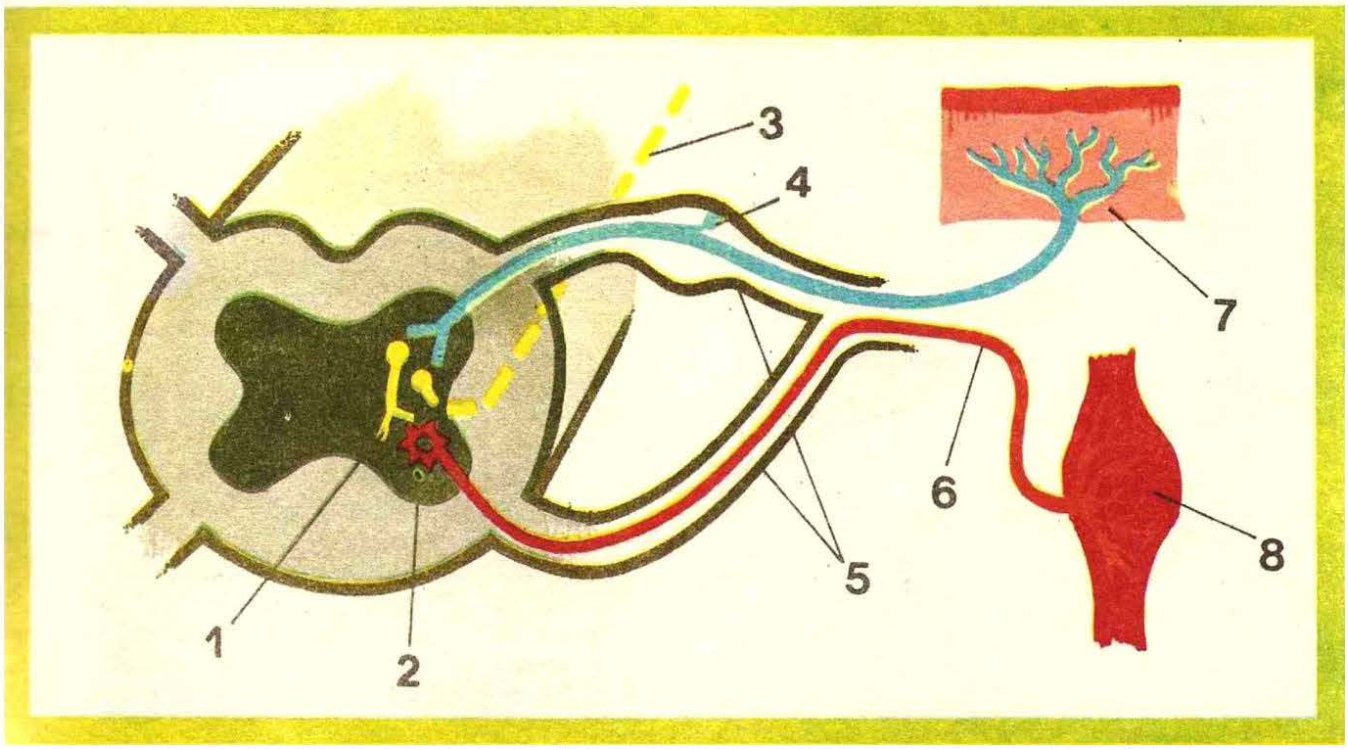
— Nu chiar aşa de categoric; nervii sînt alcătuiți din fibre nervoase, atît de dendrite, cît şi de axoni, iar centrii şi numai ei conțin celulele nervoase, dar şi prelungirile dintre acestea, fie dendritice, fie axonice.

— Şi acum la întrebarea asupra numărului de celule nervoase, după evaluarea histologilor la om ar fi între 14 şi 18 miliarde de celule nervoase în toate centrele sistemului nervos.

— Ei bine, dacă admitem că una din celule poate primi o sută de butoni axonici de la alte celule, deci o sută de surse de informații, atunci numărul legăturilor posibile este o valoare de 10^{35}, ceea ce practic însemnează infinit. Cred că prin aceasta se deosebeşte un creier de o maşină de calcul sau computer, la care

NERVUL SPINAL

1. NEURON DE ASOCIAȚIE
2. NEURON MOTOR
3. LEGĂTURA CU NEURONUL MOTOR DIN ETAJUL MEDULAR SUPERIOR
4. NEURON SENZITIV DIN GANGLIONUL SPINAL
5. AXON
6. NERV SPINAL
7. RECEPTOR TEGUMENTAR
8. MUŞCHI



numărul legăturilor posibile nu depăşeşte maximum 10^{10}. Creierul este deci infinit mai complex şi mai bogat şi niciodată nu va putea fi înlocuit de maşini, oricît ar fi acestea de complexe.

— Sînt exact de părerea ta, Mircea, dar în plus mai adaugă că în creier numărul legăturilor nu este fix, ele se pot schimba în cursul vieţii, unele se pierd, altele se fac, încît în creier este un dinamism ce nu există în nici o maşină de calcul. Mă şi mir cum unii din tehnocraţi cred că nu peste mult maşinile de calcul şi computerele vor dirija lumea. Ar fi o lume a maşinilor, vai de ea, la care excitaţiile senzitive nu ar trece prin talamus, unde li se dă o anumită afectivitate, caracteristică oricărei acţiuni omeneşti. Dar despre asta vom mai vorbi cînd ne vom găsi în creier.

Apoi am străbătut măduva în latul ei, identificînd unii centri motori prin proiectarea unor excitaţiuni electromagnetice pe celulele lor şi constatînd reacţia motoare a lui Vişan. Dar prea mult nu am putut face aici de teamă de a nu produce leziuni şi prietenii mei au trebuit să se mulţumească cu o expunere pe bază de planşe asupra structurii măduvei cenuşii şi albe, asupra centrilor medulari şi rolului cordoanelor albe în transmisiunea influxurilor de la periferie spre centrii superiori şi de la aceştia la periferie.

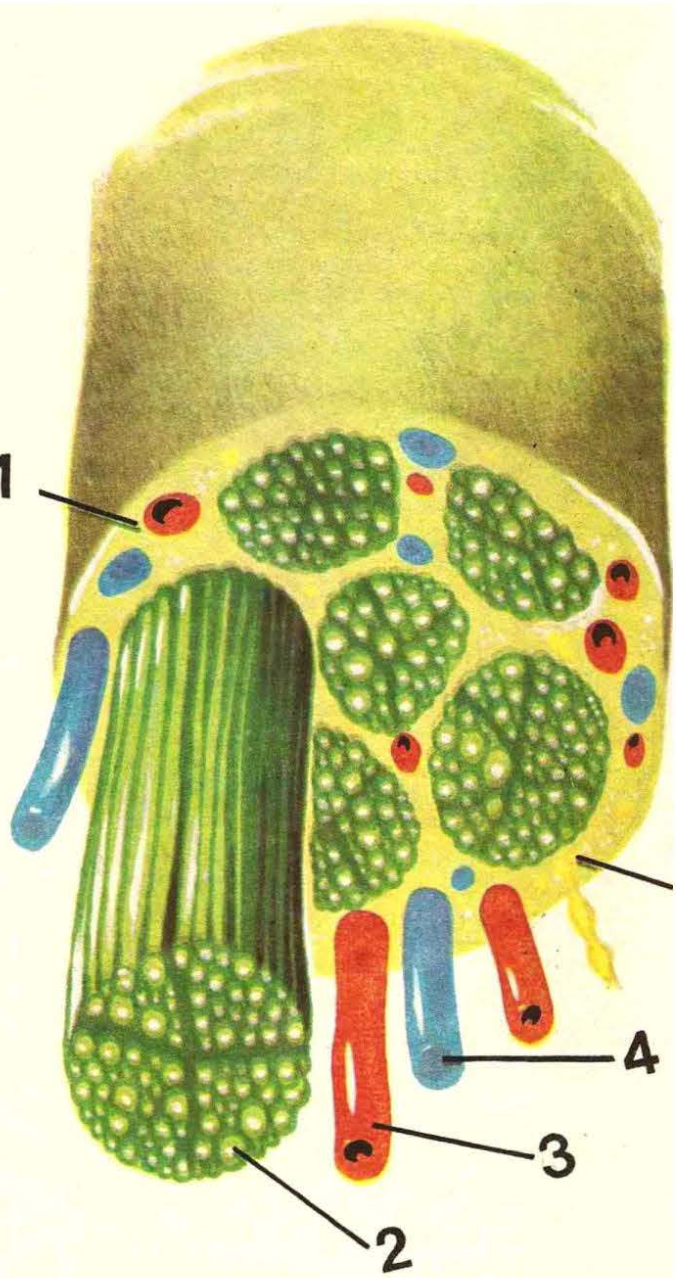
Am rămas să explorăm canalul ependimar de la mijlocul substanţei cenuşii. Am indicat lui Mircea traseul şi am ajuns astfel în mijlocul unui canal *(canalul ependimar)* cu pereţi de celule cu microvili rari şi destul de mari ca să pară ca nişte cili. Canalul este alcătuit la embrion dintr-un prim strat de celule ependimare, din care iau ulterior naştere: *meningele*, apoi *pinealocitele* (celulele epifizei), *pituicitele* (celulele hipofizei); din stratul mijlociu al celulelor canalului ependimar apare tot sistemul nervos central şi organele de simţ cu nervii lor; iar din stratul periferic al celulelor canalului apare sistemul nervos simpatic şi ganglionii spinali.

— Acest canal ependimar se pare deci că are un rol important în dezvoltarea sistemului nervos, spuse Vişan.

— Dar nu numai în dezvoltarea acestuia. Lucrări recente, făcute la Institutul de endocrinologie din Bucureşti, arată că celulele ependimare secretă nişte substanţe cu acţiuni hormonale, alcătuite dintr-un număr relativ mic de aminoacizi. Astfel de substanţe găsim în hipotalamus, ele alunecă în lungul axonilor ce se distribuie în anterohipofiză şi eliberează acolo liberinele (factori de eliberare a hormonilor hipofizari). În hipotalamus şi neurohipofiză se produc nonapeptide, cum este vasopresina sau adiuretina (ADH), adevăraţi hormoni. Ei şi constituie cei mai simpli hormoni şi tot o astfel de structură peptidică se găseşte înglobată în hormonul de creştere (STH), în ACTH, în insulină etc. Deci în celulele ependimare se găseşte — probabil — originea multor hormoni care joacă un rol atît de însemnat în viaţa de ansamblu a organismului.

— Dar de ce aceste celule de aici au cili? întrebă Mircea.

— Cu ajutorul lor, lichidul din acest canal circulă de jos în sus şi ajunge în spaţiul de sub ventriculul IV,

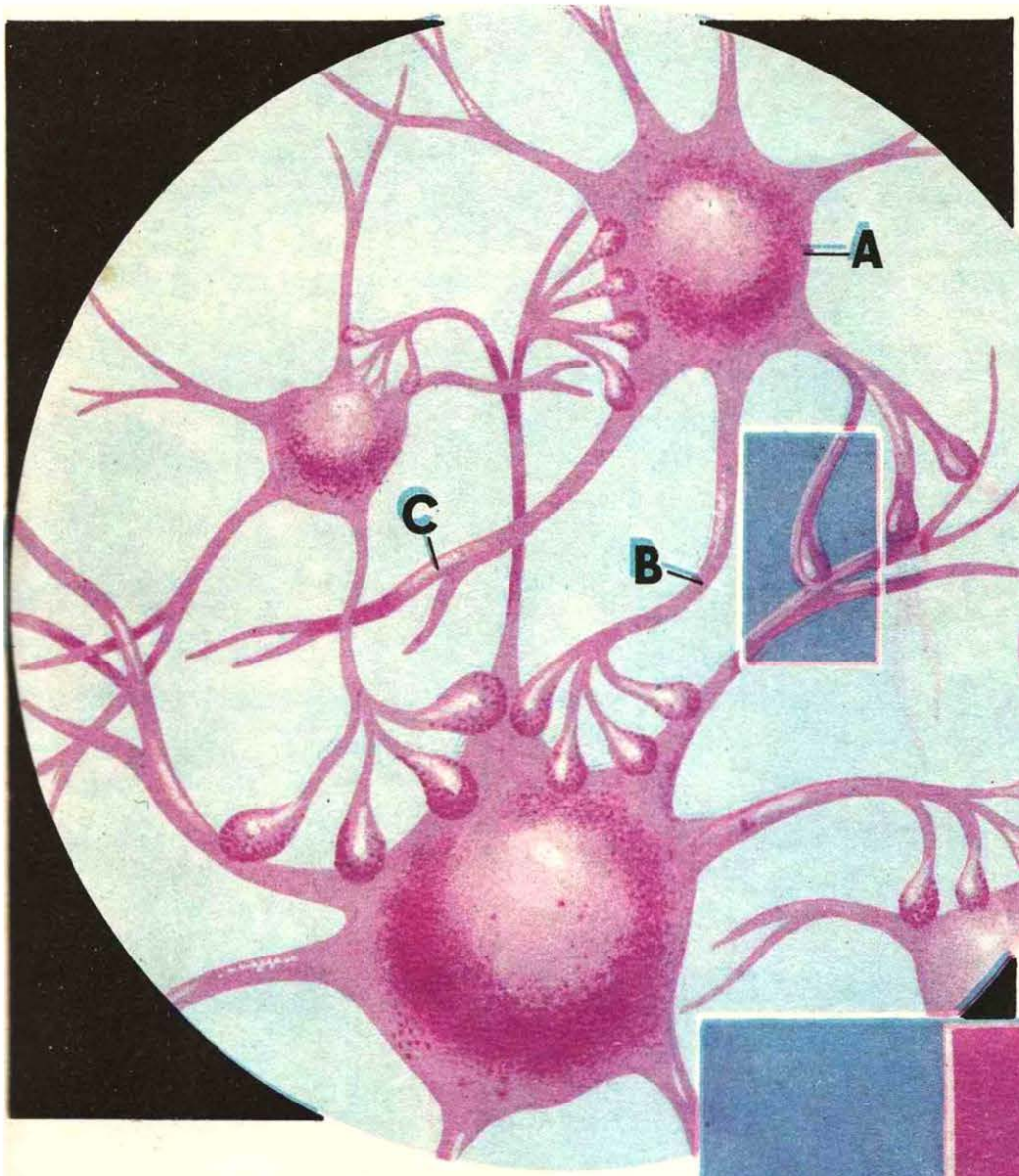


1. NEVRILON (EPINERV)
2. FIBRE NERVOASE
3. ARTERIOLE
4. VENULE
5. VAS LIMFATIC

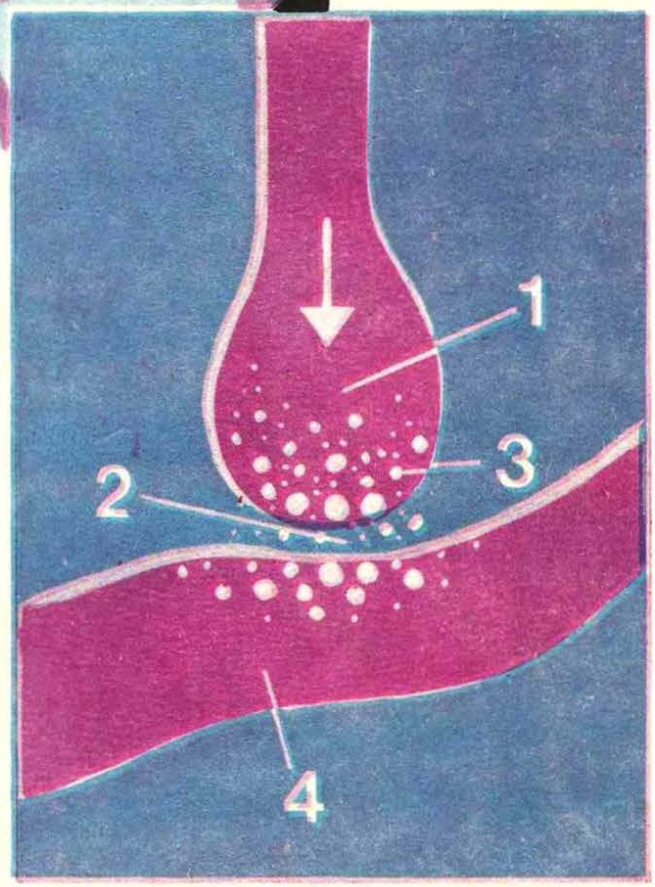
unde intră în alcătuirea lichidului cefalorahidian de care am vorbit.

— Şi ce sînt acele prelungiri groase pe suprafaţa epiteliului din acest canal?

— Sînt nişte celule nervoase şi prelungirile care le vedeţi sînt nervi care se distribuie pe suprafaţa internă a canalului, dar despre care nu se ştie încă prea mult. Poate că au un rol în activitatea ciliară sau a secreţiei unor substanţe de tip hormonal de către celulele ependimare.



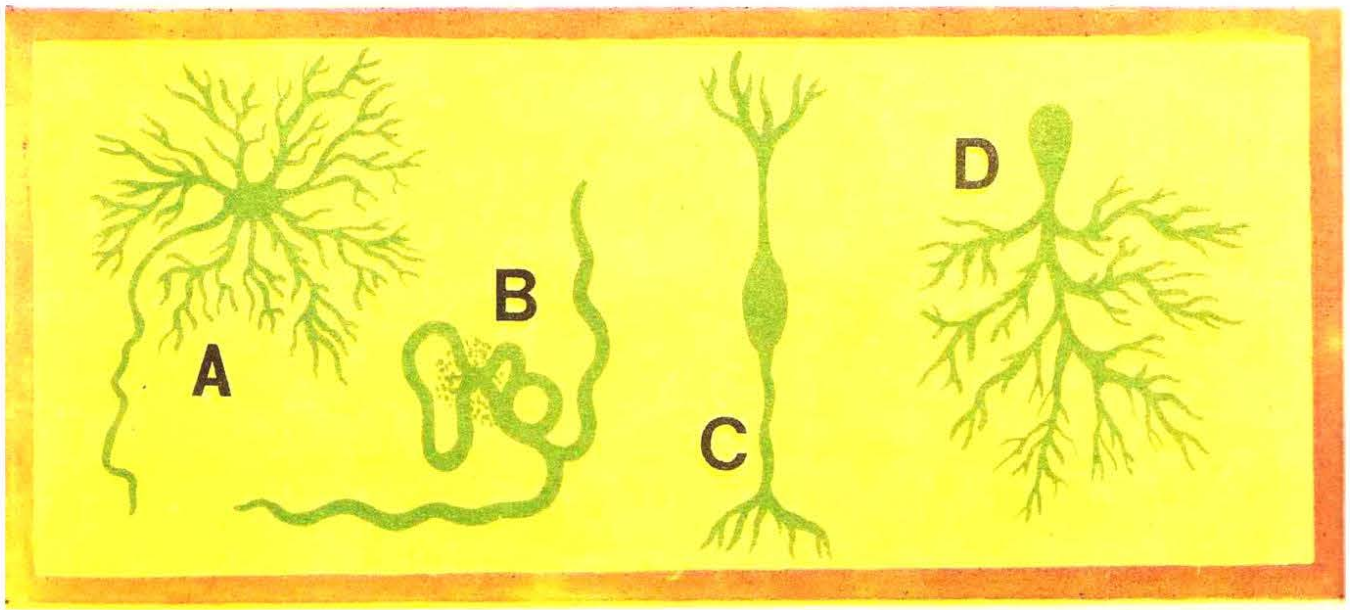
SINAPSA
A. Celula nervoasă
B. Axon
C. Dendrit



1. TERMINAȚIE AXONICĂ
2. SPAȚIU SINAPTIC
3. ACETILCHOLINĂ
4. DENDRIT

Mergem acum tot mai în sus prin canalul ependimar care nu își schimbă prea mult aspectul de structură. Deodată am ajuns în ventriculul IV, un spațiu larg deasupra bulbului. Cîteva excitațiuni de ale lui Mircea l-au făcut pe Vișan să ne roage să nu-l tulburăm prea mult, căci simte că îi vine să vomeze, i se bate inima cu extrasistole, simte că nu poate respira etc. L-am asigurat că nu îi vom face nici un rău, dar este cert că aici în bulb sînt centrii care prezidează la reglarea normală a funcțiilor digestive, cardiace, respiratorii. „Nodul vital", cum l-a numit fiziologul francez Flourens în secolul trecut. Dacă îl înțepi și îl distrugi, animalul moare instantaneu.

Am trecut prin *canalul Sylvius*, care leagă ventriculul IV de ventriculul III, care se găsește la baza encefalului, și din acesta se poate trece fie în ventriculul II în dreapta, fie în ventriculul I în stînga, adică în interiorul emisferelor cerebrale dreaptă și stîngă. Dar ne-am oprit în dreptul unui plex choroid, adică a formațiunii care secretă lichidul cefalorahidian. Aici se vedeau ușoare pulsații ale glomerulului de capilare din care se filtra spre noi acest lichid de înveliș și apărare a axului nervos central. Se vedea



DIFERITE TIPURI DE NEURONI

A. MULTIPOLAR
B. PSEUDOUNIPOLAR
C. BIPOLAR
D. UNIPOLAR

clar cum musteşte acest lichid şi iese în cel în care ne găseam noi în ventricul.

— Parcă spuneai că acest lichid se formează şi în altă parte, zise Mircea.

— Da, în însuşi învelişul arahnoidean şi cînd o să ajungem la exteriorul emisferelor cerebrale am să vă arăt această formaţiune, care este şi cea care conţine lichidul cefalo-rahidian. Propun deci să ieşim de aici, să străbatem înspre partea anterioară a acestui ventricul III şi să ajungem la exteriorul creierului.

Mircea a făcut manevrele trebuincioase, am forţat pătrunderea printre nişte aglomerări de celule nervoase, probabil printre corpii mamilari şi am ajuns în spaţiul arahnoidean care înveleşte emisferele.

— Vedeţi aici încîlcitura de fibre şi vase care delimitează un spaţiu cu circa 1 cm grosime, un grindiş destul de solid, în fond, în care este lichidul cefalorahidian. Toate vasele de sînge care se adîncesc în ţesutul creierului circulă prin acest grindiş şi ele se văd pe un creier descoperit ca o ţesătură complicată, acoperite de foiţele dura materului, care aderă de partea internă a craniului. Ne-am plimbat astfel prin arahnoidă şi cînd am găsit un loc de plex choroid am oprit şi l-am examinat mai îndeaproape. Astfel de formaţiuni am mai întîlnit apoi şi peste tot ele ne atrăgeau atenţia prin pulsarea ritmică a sistemului de capilare şi prin ieşirea lichidului transparent din deschiderea lui spre spaţiul arahnoidian.

— Vă daţi seama din formarea continuă a acestui lichid că trebuie să aibă undeva şi un loc în care el se resoarbe. Acest loc de resorbţie este încă puţin cunoscut şi se consideră că în reţelele capilare care intră în însăşi alcătuirea creierului, se face absorbţia acestui lichid încărcat cu produşii de catabolism al sistemului nervos. Această circulaţie nu poate fi oprită fără un real pericol de intoxicare a celulelor scoarţei cerebrale, care sînt mai direct în contact, prin pia mater, cu acest lichid.

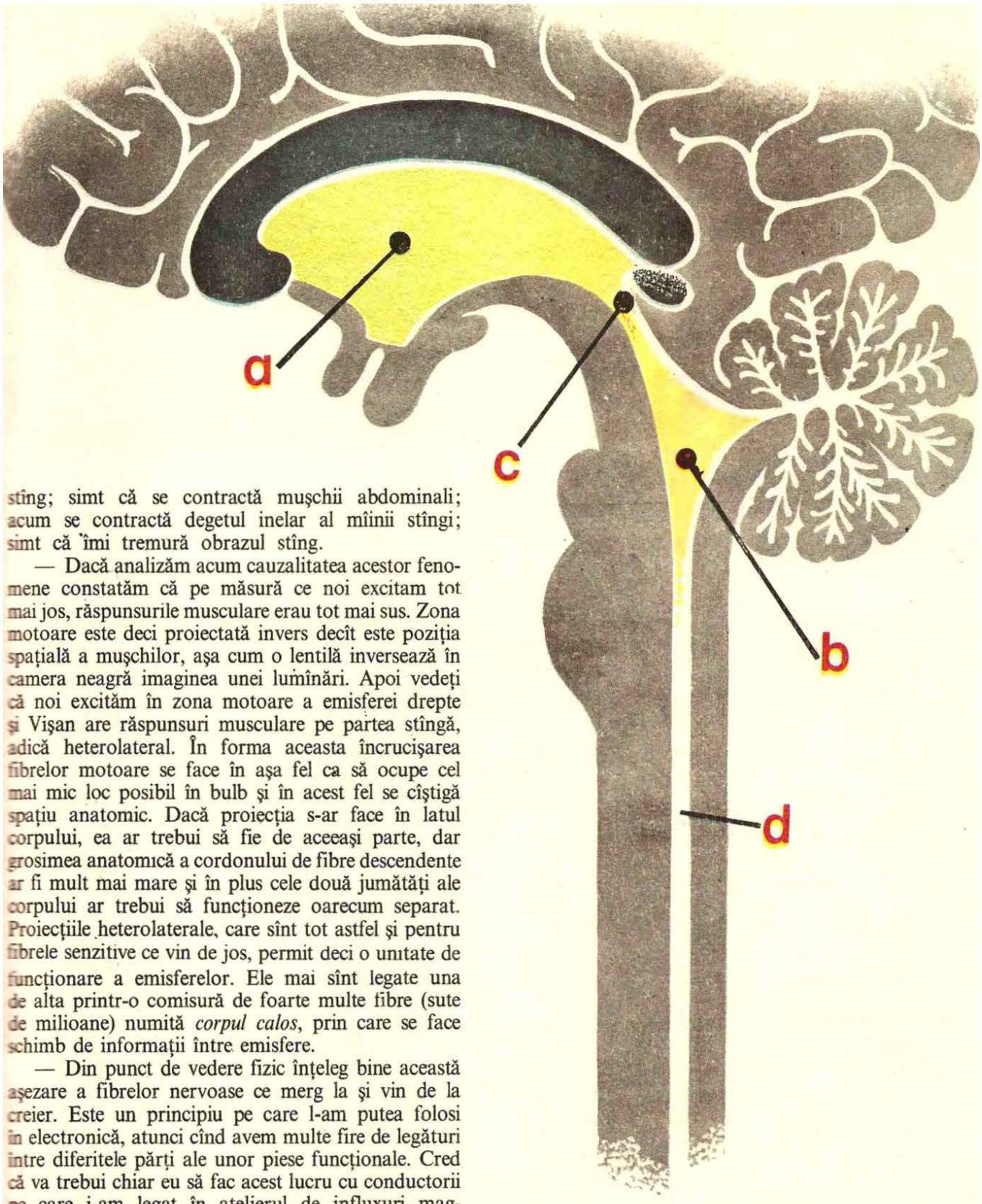
— Te rog să mă crezi, spuse Mircea, că niciodată nu mi-aş fi putut închipui că sistemul nostru nervos este apărat de un lichid care şi circulă în jurul lui şi care îi scoate şi elimină la exterior, în sînge, produşii lui de catabolism. Este absolut uimitoare această alcătuire a sistemului nervos! Dar fiindcă sîntem acum la suprafaţa creierului, te rog să ne arăţi ce este acesta şi cam cum funcţionează.

Am urcat apoi, după indicaţiile mele, prin spaţiul arahnoidian pînă deasupra creierului. Sub noi se vedeau o serie de adînciturі mai mici sau mai mari şi a trebuit să le vorbesc prietenilor mei despre morfologia externă a encefalului, despre scizuri şi despre circumvoluţiuni, numindu-le ca să avem un limbaj comun de înţelegere. Ţineam să ajungem la circumvoluţiunea frontală ascendentă din dreapta şi cînd am fost deasupra eu l-am rugat pe Mircea să trimită un fascicul electromagnetic spre celulele de dedesubtul nostru.

— Mi se bate degetul mare de la piciorul stîng. Voi aţi provocat această mişcare? întrebă Vişan.

— Da, amice! am excitat zona cea mai de sus a circumvoluţiunii frontale ascendente, pe care este proiecţia motoare a întregului organism, adică de aici se comandă toate mişcările musculare ale corpului. Nu te speria însă pentru că a fost o simplă excitaţiune, care nu doare. Suprafaţa creierului nu este direct sensibilă şi chiar dacă am umbla aici cu bisturiul nu ai simţi nimic, căci centrul durerii este situat difuz în interiorul emisferelor. O să coborîm încet în lungul acestei circumvoluţiuni şi din cînd în cînd o să producem cîte o excitaţie şi tu să ne spui ce simţi.

Astfel am coborît, excitînd din cînd în cînd. Vişan ne spunea pe rînd: mi se îndoaie genunchiul



a. VENTRICULUL III
b. VENTRICULUL IV
c. CANALUL SYLVIUS
d. CANALUL EPENDIMAR

stîng; simt că se contractă muşchii abdominali; acum se contractă degetul inelar al mîinii stîngi; simt că îmi tremură obrazul stîng.

— Dacă analizăm acum cauzalitatea acestor fenomene constatăm că pe măsură ce noi excitam tot mai jos, răspunsurile musculare erau tot mai sus. Zona motoare este deci proiectată invers decît este poziția spațială a muşchilor, aşa cum o lentilă inversează în camera neagră imaginea unei luminări. Apoi vedeți că noi excităm în zona motoare a emisferei drepte şi Vişan are răspunsuri musculare pe partea stîngă, adică heterolateral. În forma aceasta încrucişarea fibrelor motoare se face în aşa fel ca să ocupe cel mai mic loc posibil în bulb şi în acest fel se cîştigă spațiu anatomic. Dacă proiecția s-ar face în latul corpului, ea ar trebui să fie de aceeaşi parte, dar grosimea anatomică a cordonului de fibre descendente ar fi mult mai mare şi în plus cele două jumătăți ale corpului ar trebui să funcționeze oarecum separat. Proiecțiile heterolaterale, care sînt tot astfel şi pentru fibrele senzitive ce vin de jos, permit deci o unitate de funcționare a emisferelor. Ele mai sînt legate una de alta printr-o comisură de foarte multe fibre (sute de milioane) numită *corpul calos*, prin care se face schimb de informații între emisfere.

— Din punct de vedere fizic înțeleg bine această aşezare a fibrelor nervoase ce merg la şi vin de la creier. Este un principiu pe care l-am putea folosi în electronică, atunci cînd avem multe fire de legături între diferitele părți ale unor piese funcționale. Cred că va trebui chiar eu să fac acest lucru cu conductorii pe care i-am legat în atelierul de influxuri magnetice pulsatorii. Ce zici, Vişan, ne apucăm să facem acest lucru?

— Şi eu m-am gîndit la aşa ceva şi cred că vom realiza economie multă nu numai de conductori, ci şi de spațiu, răspunse acesta. Deci cînd ne întoarcem să ne apucăm de lucru!

— Ne mai mişcăm undeva deasupra scoarței? întrebă Mircea.

— Da! aş vrea să exploram cu sistemul de excitaţiuni electromagnetice, toată întinderea scoarţei cerebrale a lui Vişan, ca să precizăm încă cîteva lucruri importante în înţelegerea funcţionării sistemului nervos. Ia-o deci înapoi, în sus, să ajungem de unde am pornit şi apoi proiectează cîte o excitaţiune sau două, atunci cînd am să-ţi spun. Pe Vişan îl rog să ne spună exact ce simte.

După ce am ajuns sus, Mircea a îndreptat nava noastră spre înapoi şi trecînd peste un şanţ adînc, pe care l-am numit scizura lui Sylvius, am ajuns deasupra lobului parietal, unde am provocat mai multe excitaţiuni.

— Simt că mă furnică talpa piciorului; acum parcă îmi umblă ceva pe spate; simt că ceva se mişcă pe degetul mare de la mîna stîngă; acum e ceva pe limbă.

— Toate aceste senzaţii de contact se datoresc faptului că noi am excitat diferite puncte de pe circumvoluţiunea parietală ascendentă, unde se termină fibrele nervoase care culeg excitaţiunile tactile de pe partea stîngă a corpului. Şi aceste fibre sînt aşezate încrucişat, ca şi cele motoare şi din aceleaşi motive de spaţiu şi funcţionalitate integratoare. Toată circumvoluţiunea parietală ascendentă este locul de proiecţie al simţului tactil a părţii opuse a corpului.

Am coborît apoi lateral tot pe această circumvoluţiune parietală şi Vişan ne-a spus că simte nişte senzaţii curioase în muşchii coapsei, în cei ai trunchiului, ai bicepsului. Aici erau proiectate excitaţiile numite proprioceptoare, adică cele ce vin din interiorul muşchilor, despre starea lor de contracţiune şi tensiune.

— Dar cum se leagă acestea de centrii motori ai aceloraşi muşchi pe care i-am găsit în circumvoluţiunea frontală ascendentă?

— O să vă spun despre asta cînd voi vorbi de zonele de asociaţie, care la suprafaţa creierului nostru sînt foarte largi. Pînă atunci să înaintăm acum înspre porţiunea posterioară a creierului. După excitaţiile făcute, Vişan ne spunea: văd un punct luminos undeva jos; văd un punct roşu lateral; văd un punct difuz care se mişcă de sus în jos; văd ceva ca o flacără ce pîlpîie.

— Vă daţi seama că sîntem în regiunea de proiecţie a excitaţiilor ce vin de la celulele din ochi care se termină pe lobul occipital, adică la locul de proiecţie a vederii. Acest lob occipital se răsfrînge şi în porţiunea dintre cele două emisfere, aşa că el ocupă o regiune destul de întinsă. Dar propun să înaintăm tot la suprafaţă, dar mai înspre laturile emisferei drepte.

Ajunşi după un timp pe partea laterală, la excitaţiunile lui Mircea, Vişan ne spunea că are senzaţii auditive, de zgomot, de vioară, de tonalitate înaltă etc. Eram aici în regiunea circumvoluţiunii temporale mijlocii şi superioare, unde se terminau fibrele ce veneau de la urechea stîngă. Pe acelaşi drum înainte am ajuns la baza circumvoluţiunilor ascendente frontală şi parietală, unde Vişan ne indica precis senzaţii clare de dulce, de amar, de acid, de sărat. Aici era deci zona de proiecţie a simţului gustativ.

Le-am spus amicilor mei că şi mirosul îşi are proiecţia sa, dar mai mascată şi mai difuză, înspre baza şi interiorul scizurii ce desparte cele două emisfere. Adică am rezumat că fiecare organ de simţ îşi are o zonă de proiecţie la suprafaţa creierului şi acest lucru este valabil şi pentru toată activitatea motoare care îşi are proiecţia în circumvoluţiunea frontală ascendentă, după cum am văzut.

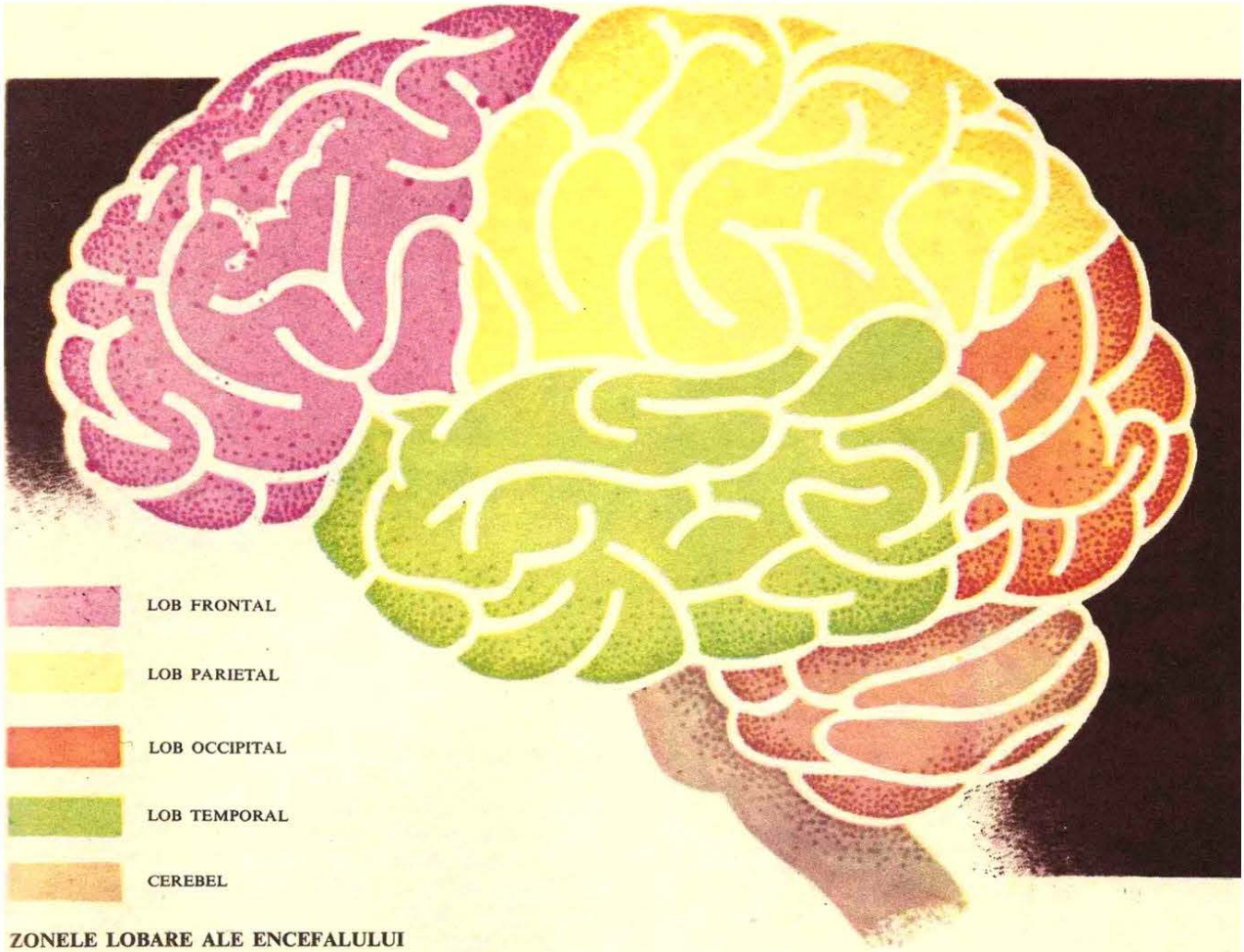
— Pe suprafaţa creierului zonele de proiecţie senzitive şi cea motoare sînt bine localizate, dar ele nu ocupă, totuşi, toată suprafaţa scoarţei cerebrale. Ce este între aceste zone? întrebă Mircea.

— Dacă am fi acum pe suprafaţa unui creier de maimuţă aţi vedea că zonele de proiecţie ale diferitelor organe de simţ sînt apropiate unele de altele. Dar la om există între ele largi suprafeţe, numite zone de asociaţie, care sînt specifice omului şi în care se fac legături secundare, terţiare etc., între zonele de proiecţie senzitive şi cea motoare. Să ne gîndim numai la lobul frontal; în afară de circumvoluţiunea ascendentă ocupată de proiecţia motoare, tot restul este o zonă de asociaţie şi se consideră că aici este sediul actelor de gîndire fină, care în fond constituie o asociaţie foarte multiplă între imaginile reprezentative şi cele abstractizate ale obiectelor şi fenomenelor.

— Dar ce sînt acestea? Am auzit adesea de imagini abstractizate, dar nu m-am gîndit niciodată ce ar putea fi.

— Lucrul nu e greu de lămurit. Cînd ne gîndim toţi la scaunul pe care l-aţi micşorat prima dată cînd mi-aţi arătat instalaţia ta, toţi îl vedem aşa cum este el, cu patru picioare puţin lărgite, cu un inel de lemn sub şezut, cu un spate arcuit şi cu o placă subţire şi puţin adîncită. Ceea ce „vedem" în noi înşine, adică vedem acest scaun, această imagine este numită reprezentativă, concretă. Dar dacă rostesc cuvîntul scaun, el nu se referă la acest scaun sau la un altul, nici la cel cu braţe pe care stă acum Vişan, nici la cel fără picioare etc., ci la o noţiune abstractizată, care are ca funcţiune principală posibilitatea de a sta şezînd. Noi, în general, vorbim cu astfel de noţiuni abstractizate, cu care şi gîndim. Zicem oameni, străzi, maşini, cărţi, tablouri, cîini, mîncare, băutură etc. Acestea nu se referă la un anumit om, pe care îl denumim cu numele: Popescu I. Ion, nici la strada Avram Iancu, la maşina Volga cu nr. X etc., etc. Cu astfel de noţiuni abstractizate gîndim, formulăm idei, ajungem la rezultate etc. Spunem, de exemplu: oamenii sînt fiinţe raţionale, străzile sînt pline de pietoni şi maşini, cărţile au coperte frumoase etc., etc. Ei bine, noţiunile abstractizate conţin în ele ceea ce este comun tuturor obiectelor concrete pe care ele le reprezintă. Noţiunea de scaun cuprinde tot ce au comun toate scaunele din lume, orice formă, mărime, spate, desene, număr de picioare etc., adică, cum am spus, posibilitatea de a şedea pe el. Aceste alegeri a ce este esenţial la toate scaunele se fac în zonele de asociaţie ale creierului. Iar acestea sînt cu atît mai dezvoltate cu cît omul este mai inteligent.

— Dar parcă inteligenţa se lega şi de greutatea creierului!



ZONELE LOBARE ALE ENCEFALULUI

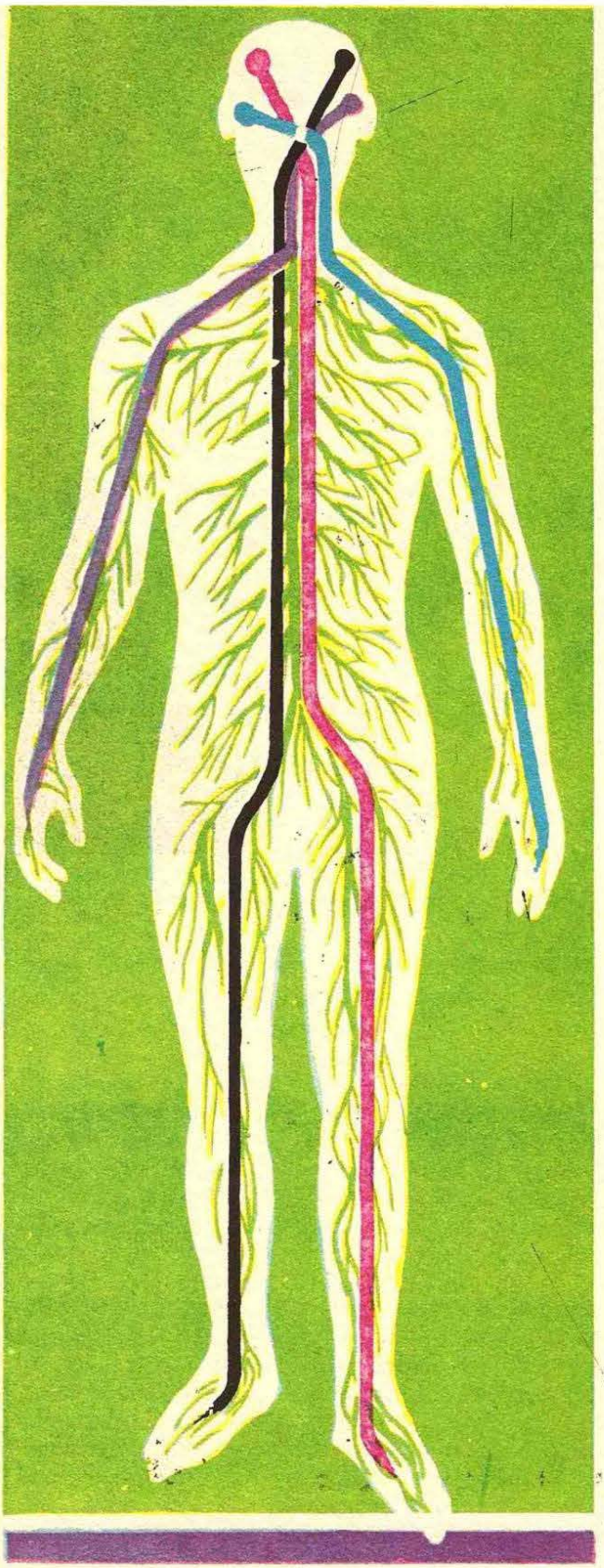
— Omul a încercat întotdeauna să înțeleagă ce este inteligența și unde își are sediul. Una din aceste încercări a fost legarea ei de greutatea creierului, adică spera să găsească o proporționalitate directă între inteligență și greutatea creierului. E adevărat că, la diferitele specii, greutatea relativă a creierului (adică raportată la greutatea corpului) este premisa unui comportament complex. Dar atunci cînd s-a constatat că Anatole France a avut un creier numai de 1 080 g, iar un notar anonim francez un creier de 2 050 g, teza despre această proporționalitate nu a mai avut credit. S-a recurs apoi la legarea inteligenței de suprafața scoarței, adică de mărimea zonelor de asociație. Se pare că teza este mai plauzibilă. Zonele de asociație nu sînt importante numai prin suprafața lor, care este, în general, cam aceeași la diferiții oameni, ci prin numărul de legături nervoase secundare, terțiare etc., care se stabilesc aici între zonele de proiecție și cele motoare, între aceste zone și nucleii subcorticali etc. În orice caz din practica zilei știm că inteligența unui om se dezvoltă prin cultură, prin învățămînt, prin asimilarea de cît mai multe cunoștințe asupra tuturor problemelor cu care el vine în contact, deci prin stabilirea de „legături" (în latinește, *intelligo* înseamnă și *a face legături*).

— Da, cred că acesta este sensul adevărat al inteligenței. Dacă nu știi, nu poți fi inteligent, ci cel mult șmecher. Trebuie să studiezi mult ca să știi puțin — dar să și faci „legături" între ceea ce știi, căci un bagaj oarecare de cunoștințe nu înseamnă încă inteligență. Eu toată viața am studiat, spuse Mircea, dar vedeți acum cît de puțin știu despre mine însumi, despre corpul meu. Ce folos că știu fizică și matematică. Sînt un om limitat în cunoaștere și cred că nu e bine.

— Îmi amintesc de un aforism al lui Bacon, spuse Vișan: „Omul nu este decît ceea ce știe". Cred că asta se potrivește bine și cu „Cu cît știm mai multe cu atît valoarea noastră de om este mai mare".

— Fiindcă sîntem la maxime, aș vrea și eu să vă spun că Blaise Pascal în vol. I din „Cugetări" spune: „E mai bine să știi cîte ceva despre toate decît să știi totul despre ceva". Eu aș modifica puțin acest gînd, spunînd că numai după ce știi cîte ceva despre toate poți ajunge să știi totul despre ceva. Așa îl văd eu pe omul de știință. Dar cred că ne-am depărtat prea mult de creier. Propun să revenim. Să pătrundem în interiorul creierului, folosindu-ne de traseul unui vas.

Mircea a îndreptat nava din țesutul arahnoidian înspre interior. Trebuia să facem diferite împingeri pentru a putea străbate prin spațiul îngust dintre



ÎNCRUCIȘAREA FIBRELOR MOTOARE

pereții vasului și învelișul pia mater care se continua și el spre interior. Am ajuns astfel chiar pe straturile de celule ale scoarței cerebrale. Am intrat în aceasta și am trecut pe lîngă cîteva straturi de celule și de fibre paralele cu suprafața, care intră în alcătuirea acesteia. Nu le-am numit căci nu ne puteam desluși despre rolul fiecăruia, despre care mai sînt necesare cercetări. Dar am ajuns astfel într-o țesătură de fibre nervoase alburii, care alcătuiau substanța albă a creierului.

— Toți aceștia sînt un fel de nervi înveliți într-o teacă de mielină, o substanță de natură lipidică, care izolează neurofibrilele din interiorul fibrei nervoase, oprind astfel difuzarea influxului nervos de la o fibră la alta. Mielina joacă rolul manșonului de izolator al sîrmelor de curent electric. Dar aici vom da curînd de niște aglomerări mari de celule nervoase, care alcătuiesc diferiții centri subcorticali; împreună cu scoarța alcătuiesc *substanța cenușie*. Să o luăm cu grijă mai mult în sus.

După mai multe încercări și rătăciri am ajuns într-o aglomerare de celule nervoase care erau oarecum dispuse în așa fel încît primeau de jos o prelungire axonică ce era în contact cu dendritele celulei, iar axonul acesteia se îndrepta în sus, într-o ordine destul de regulată, alcătuind ca un fel de cordoane spre partea superioară. Mircea a oprit nava și cu toții ne uitam în jur. Aparatele de bord înregistrau variații continue de potențial electric și ni se părea că anumite prelungiri fine ce înveleau oarecum corpul celulelor aveau niște mișcări lente într-o parte și alta.

— Rog pe Vișan să nu se sperie și să ne spună exact ce simte în momentul cînd vom face aici o excitație electromagnetică. Acum!

— Am impresia că am auzit ceva foarte plăcut, spuse el.

Am mai înaintat puțin în această aglomerare de celule și am mai provocat excitațiuni asemănătoare.

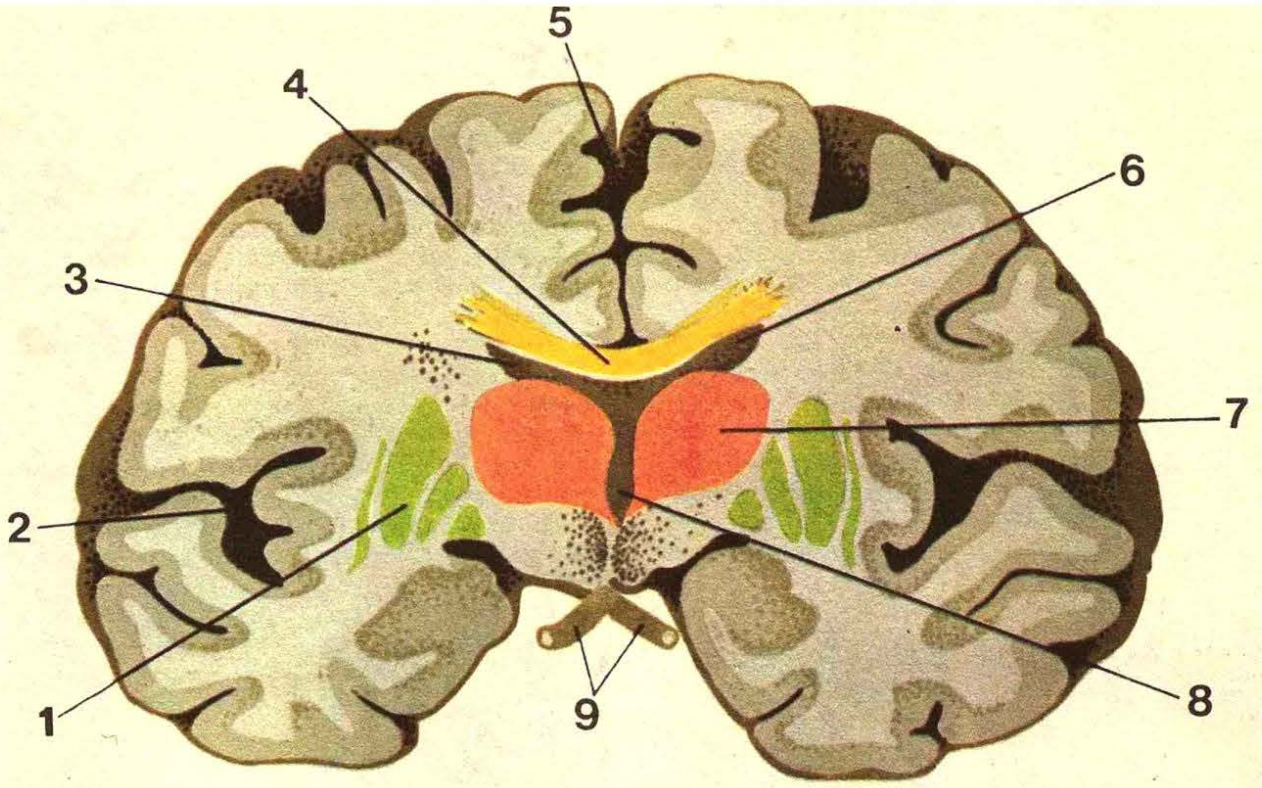
— Am impresia că simt ceva dulce în gură, ca un gust de mure.

— Cred, le-am spus, că sîntem în nucleii talamusului, o formațiune celulară prin care trec toate fibrele de la organele de simț ce vin de la periferie, în afară de nervul optic, și în această formațiune talamică excitațiunile venite primesc o anumită stare de afectivitate, fie de plăcere, așa cum am constatat la Vișan, fie de neplăcere. Toate excitațiunile ce vin de la organele de simț primesc în drumul lor spre scoarță, un grad și un tip de afectivitate și prin aceasta ele devin plăcute și atunci le căutăm, sau neplăcute și atunci le evităm.

— Dar cît este de mare acest talamus care dă senzația de afectivitate tuturor excitațiunilor periferice? întrebă Mircea.

— La om este cam cît o nucă mică. Terminațiunile pe care le-ați văzut în sinapsele talamice sînt ultima întrerupere a traiectului influxurilor nervoase de la periferie la scoarță. Axonul care pleca în sus se distribuie în regiunile de proiecție senzitive pe care le-am cunoscut.

— Talamusul există și la animale? întrebă Vișan.



SECȚIUNE FRONTALĂ PRIN CREIER

1. NUCLEU LENTICULAR
2. FISURA LATERALĂ
3. VENTRICULUL I
4. CORPUL CALOS
5. FISURA LONGITUDINALĂ
6. VENTRICULUL II
7. TALAMUS
8. VENTRICULUL III
9. NERVI OCULOMOTORI

— Sigur că există, dar este proporțional mai mic. Dar nici la toți oamenii nu este de aceeași mărime. La cei foarte sensibili, la artiști, pare mai dezvoltat decît la alți oameni. Știm toate acestea, dar nu știm nimic de felul cum aceste celule, în ansamblul lor, imprimă un anumit grad de afectivitate excitațiilor ce vin de la organele de simț. S-ar putea ca alăturea de unda de polarizație ce vine de jos, talamusul să adauge acesteia o componentă nouă care în scoarță să se transforme în senzație afectivă, plăcută sau neplăcută. Atunci cînd nu știm ne este permis să presupunem multe.

— Am vorbit, chiar noi, și de hipotalamus, spuse Mircea, ca un fel de creier al vieții vegetative. Unde este acesta?

— După cum îl arată numele, este sub noi. Va trebui să coborîm și să străbatem învelișul membranos al talamusului, să trecem printre bandeletele optice ca să ajungem într-o aglomerare de nuclei mărunți și mulți ce formează, în ansamblul lor, hipotalamusul situat imediat sub planșeul ventriculului III.

Făcînd o serie de manevre după indicațiile de mai sus, am ajuns în locul pe care îl bănuiam a fi deja nuclei hipotalamici. Excitînd de mai multe ori la intervale de cîteva secunde, Vișan ne confirma ceea ce simte.

— Nu știu cum dar am o senzație generală de greață; simt colici stomacale; parcă mă săgetează în splină; opriți, căci îmi vine să urinez.

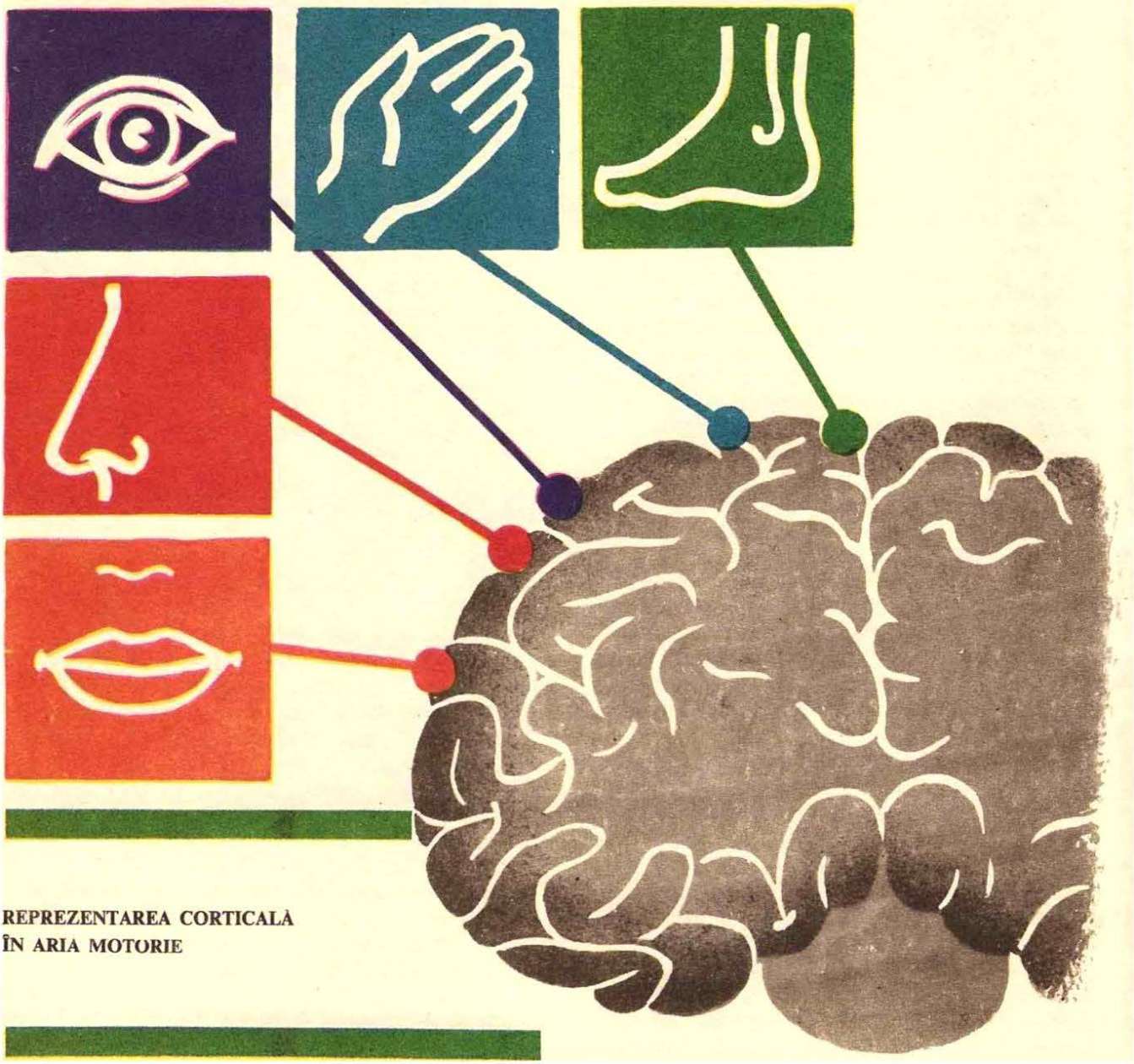
— Sîntem cu siguranță în hipotalamus, în care se găsesc cîteva zeci de centre nervoase, nu prea bine identificate. Dar de aici se supraveghează aproape toate funcțiile vegetative: reglarea temperaturii, mărimea metabolismului, declanșarea secrețiilor interne, funcțiile digestive, circulatorii, componența sîngelui, reglarea activității de zi și noapte, determinarea căutării hranei, gradul de pigmentare al pielii etc. Astfel activitatea organelor interne este pusă în acord cu excitațiile care vin de la exterior și care pun în relație organismul cu mediul extern. Cînd vedem un dușman și ne pregătim să fugim, de aici se comandă în mod reflex activarea circulației musculare, mărirea capacităților respiratorii etc. Hipotalamusul este unul dintre cele mai discrete și importante centre nervoase. El este legat de scoarță printr-o serie de axoni care duc acesteia informații despre starea de funcționare a aparatelor vegetative și primesc de la scoarță, prin alți axoni, influxuri de activare sau de reducere a acestor activități. Astfel scoarța, pe baza unor reflexe declanșate de la exterior, reglează și activitatea reflexă a organelor interne (reflexul fiind forma de funcționare de bază a sistemului nervos, fie că e vorba de cel central-somatic, fie că e vorba de cel

vegetativ). Despre acestea însă am vorbit.

Vişan stătea foarte atent la tot ce discutam noi şi spuse:

— Ştiţi că nu îmi vine să cred cu adevărat că voi sînteţi acum în creierul meu şi că puteţi declanşa de acolo unele senzaţii care nu au o cauză în mine. Aţi produs excitaţii în scoarţă, în talamus, acum în hipotalamus. Acum mă întreb dacă e nevoie întotdeauna de excitaţii ale unor celule nervoase, pentru a simţi ceea ce am simţit eu, adică e nevoie de o forţă de la exteriorul celulei nervoase pentru a declanşa unda de polarizaţie, influxul nervos şi apoi transmisiunea acestuia la alte celule nervoase şi final în creier ca să avem senzaţii clare, plăcute sau neplăcute, de gust, de auz, de văz etc. Nu este oare posibil ca în însăşi celula nervoasă să apară o undă de polarizaţie şi deci un influx nervos, care apoi să declanşeze senzaţii?

— Ai atins un punct nevralgic al psihofiziologiei. O celulă primeşte în orice moment multe excitaţii din afară, inclusiv influxuri nervoase de la alte celule; astfel în interiorul ei există permanente procese chimice, unele care desfac substanţe, eliberînd energie (catabolism), altele care refac substanţele desfăcute, încărcîndu-le cu energie, pentru un viitor proces de desfacere. De aceea, celula vie nu este în echilibru stabil niciodată. Un influx ce vine de la exterior poate determina în celulă o modificare a structurii protoplasmatice şi prin aceasta se poate determina un nou influx care porneşte pe calea axonului pînă la creier. Aşa ne putem explica de ce, stînd liniştiţi şi gîndindu-ne la ziua în care am pornit în această călătorie, sau la ziua cînd aţi venit amîndoi seara la mine într-un vehicul propulsat magnetic şi fără gravitaţie, sau la copilăria noastră, putem avea unele imagini reprezentative ale unor fenomene care s-au produs mai înainte. Cu aceasta ajungem la ceeà ce numim memorie, un caracter fundamental al oricărei celule



REPREZENTAREA CORTICALĂ
ÎN ARIA MOTORIE

vii, dar în special a celei nervoase.

— De ce spui că memoria este un caracter al oricărei celule vii?

— Fiindcă memorie este nu numai ceea ce ne putem noi aduce aminte prin imagini reprezentative în minte, ci şi faptul că pe cromozomii noştri este înscrisă aşa-numita zestre ereditară prin care ribozomii celulelor noastre sintetizează substanţele proteice specifice nouă, pe baza unor anumite secvenţe de baze azotate în lanţul de ARN, adică pe baza codului genetic prin care copiază ADN.

— Urmează deci că memoria este legată de o anumită structură?

— Foarte probabil! În creier o imagine vizuală lasă o anumită modificare a structurii protoplasmatice a unor celule nervoase din regiunea occipitală. Această modificare structurală reprezintă bagajul vizual, care poate fi reactualizat ca imagine reprezentativă printr-un proces pe care nu prea îl ştim cum se produce. Dar nu acesta este singurul lucru pe care nu îl ştim în funcţionarea creierului. În tot cazul depozitarea imaginilor de reprezentare constituie baza materială a memoriei. Procesul este comparabil cu depozitarea în scris a cunoştinţelor noastre, pe care apoi le putem oricînd citi şi reactualiza.

— În forma aceasta memoria se leagă de modificări permanente de structură, spuse Vişan.

— Da şi nu! Uitarea s-a considerat că este o pierdere a structurilor care a dat memoria. Dar bătrînii îşi amintesc ceea ce s-a întîmplat în copilăria lor, adică de peste 50—70 de ani şi uită ceea ce s-a întîmplat în viaţa lor de adult. Înseamnă că nu s-a uitat ceea ce s-a imprimat în copilărie, ci doar a fost acoperit de ceea ce se întîmplă în viaţa de adult. Chiar la oamenii care au avut un şoc puternic s-a întîmplat ca după aceea să nu-şi mai aducă aminte de absolut nimic, timp de ani de zile. Dar uneori ei îşi revin brusc şi îşi continuă viaţa de acolo de unde au lăsat-o după şoc, dar nu-şi amintesc nimic din perioada şocului. Vedeţi deci că problema memoriei este încă cu foarte multe necunoscute.

— Dar ce sînt visele, pe care le avem cu toţii? întrebă Mircea.

— Sînt o serie de imagini de reprezentare, alcătuite din fenomene concrete, care se leagă între ele nu întotdeauna într-o ordine logică. Ele sînt o reactualizare a memoriei, numai că apar în timpul somnului, adică atunci cînd multe zone ale scoarţei sînt în inhibiţie. Dar ia gîndiţi-vă cum era camera mea în care aţi venit pe mica platformă propulsată magnetic ca să mă anunţaţi că aţi izbutit să învingeţi şi gravitaţia. Vă vedeţi cum stăteaţi pe cărţile de pe biroul meu şi cum am vorbit?

— Da, pe birou era o mapă de piele cu motive de cusături româneşti, un toc automat pe un suport de chihlimbar, o cutie din lemn de palmier, un calendar de birou cu zile, luni ce se puteau muta cu o rotiţă, un mic radio portativ şi multe dosare închise în mape de plastic cu închizătoare alunecătoare.

— Şi aveai pe masă o carte despre structurile ţesuturilor şi celulelor, în limba germană, adăugă Vişan.

— Ei, vedeţi că toţi avem aceleaşi imagini reprezentative. Este vreo deosebire între ele şi cele pe care le vedem în vis?

— Şi ştii că eu ţi-am văzut camera şi în vis, spuse Vişan şi era tot aşa cum o văd acum.

— Deci nu sînt deosebiri de esenţă între imaginile reprezentative văzute şi amintite şi cele din vis. Dar să mai precizez că numai rar în vise apar succesiuni ireale, salturi peste prăpăstii, zboruri în aer, ne micşorăm sau ne mărim etc. Şi aceasta se datoreşte faptului că ele în vis sînt trezite în mod inconştient, de un excitant oarecare şi sînt scoase din memorie, fără ordinea în care au fost depozitate. Dacă aş visa masa mea de lucru, simplul fapt că pe mapă era brodat un motiv de cusătură naţională, aceasta ar putea scoate de undeva un costum naţional, un om care dansează, sau o casă de ţară cu o curte şi un cîine care te fugăreşte de trebuie să sari peste gard. Înţelegeţi deci cum se pot forma visurile?...

— Dar animalele au şi ele visuri?

— Cred că fiecare din noi a văzut un cîine sau o pisică dormind şi poate i-a auzit cum scot unele sunete, legate de nişte imagini reprezentative ca şi la om. Cred că visul lor este foarte asemănător cu al nostru, dar avînd alte obiective. Se constată că la animale, ca şi la om, în timpul somnului şi al viselor activitatea electrică a creierului este alta decît în timpul de veghe sau de somn fără vise. De obicei, în reprezentarea imaginilor vizuale ale viselor, globii oculari se mişcă şi se înregistrează nişte curenţi electrici de intensităţi mai mari, rari ca frecvenţă şi neregulaţi.

În tot acest timp al discuţiilor nava noastră a stat liniştită printre nucleii hipotalamusului. Apoi l-am rugat pe Mircea să o îndrepte spre partea posterioară, am ajuns la o seroasă care învelea totalitatea centrilor hipotalamici şi ne-am lovit de învelişurile cerebelului, în care am putut pătrunde printre două circumvoluţiuni cu un şanţ foarte adînc, pe unde am ajuns în interiorul acestui centru încă destul de puţin cunoscut ca funcţiune. Eram între fibre mielinice ale substanţei albe şi după o înaintare destul de anevoioasă am dat de un grup de celule nervoase unite într-un nucleu cerebelos. Numai prin excitaţiuni electromagnetice şi prin ceea ce ne confirma Vişan ne-am putut da seama cam unde ne găsim.

— Am impresia că mi se întoarce capul spre stînga; apoi: cad înainte; apoi: braţele mi se duc spre lateral şi sus, ca şi cînd ar trebui să fixez o cruce; apoi: totul se învîrteşte spre stînga.

De aici am dedus că ne găseam în nucleul dantelat al cerebelului, numit astfel după forma lui, la care vin fibre din scoarţa cerebrală prin nucleii roşii din pedunculii cerebrali şi de la care pleacă fibre spre aparatul vestibular şi muşchii trunchiului şi membrelor. Dar nu am putut da informaţii mai precise despre funcţionarea cerebelului, organ ce se găseşte deasupra axului nervos cerebral. Este însă sigur că la el ajung toate excitaţiile ce vin de la proprioceptorii musculari, ceea ce înseamnă că cerebelul cunoaşte în orice moment starea de contracţiune a tuturor muşchilor din corp, determinînd intensificarea sau slăbirea contracţiunii acestora, în aşa fel

ca să se asigure echilibrul organismului. Extirparea cerebelului este însoțită de pierderea echilibrului. De asemenea scoaterea numai a unei emisfere a lui duce la o mișcare circulară înspre partea extirpată. Se consideră că cerebelul, dezvoltat mai ales la animalele care trebuie să aibă un echilibru de poziție biped sau în zbor, dirijează toate mișcările musculare și este în strînsă legătură cu vestibulul urechii interne, care ne dă informații despre poziția capului față de trunchi sau mai bine zis față de planurile verticale și cel orizontal ale spațiului nostru tridimensional. Așa cum în zona motoare a circumvoluțiunii frontale ascendente sînt proiectați toți mușchii corpului, tot așa și în cerebel sînt reprezentați toți mușchii.

Am ieșit apoi din cerebel și ne-am îndreptat spre bulb, trecînd printr-o formațiune de celule nervoase mici și mari, cu foarte numeroase prelungiri, pe care Mircea a caracterizat-o ca „o rețea încîlcită".

— Da! Se numește chiar formațiunea reticulată și se găsește, cum vedeți, la baza emisferelor, în cuprinsul pedonculului cerebral pînă în bulb. Abia de cîteva decenii i se cunoaște rolul. Este un fel de „stație de amplificare" a excitațiunilor care vin de jos și se îndreaptă spre scoarță ducînd informațiile, și a excitațiunilor care vin de sus, de la scoarță ducînd spre organele periferice comenzi de execuție. Formațiunea reticulată este dinamizată de adrenalina care se secretă atunci cînd asupra organismului se exercită un stress; ca urmare scoarța cerebrală este mai activ excitată și poate lucra mai bine trimițînd imediat comenzile de apărare față de agresiunea stressantă. Atunci cînd excitațiunile periferice se încetinesc, cum este seara, scoarța cerebrală primește mai puține influxuri și formațiunea reticulată nu le mai întărește, astfel că la nivelul creierului se produce o inhibiție generalizată care este somnul. Dar în mod normal formațiunea reticulată provoacă activizarea creierului și ea predomină activitatea de vigilență de peste zi. Te rog, Mircea, dă cîteva impulsuri de excitație în această formațiune și Vișan să ne spună ce simte.

— Nu pot spune că simt ceva anume, dar parcă deodată m-am deșteptat și recepționez mai bine senzațiile de tact, de vedere, de auz. Și am impresia că ar trebui să fac ceva și nu știu ce anume.

— Acesta este efectul formațiunii reticulate. Asupra ei lucrează și o serie de medicamente care se vînd ca dinamizante ale sistemului nervos. În timpul războiului, militarilor care aveau o misiune grea și de durată li se dădeau niște pastile care conțineau astfel de substanțe. De altfel și cafeaua neagră are o acțiune stimulatoare asupra formațiunii reticulate și prin ea asupra scoarței cerebrale.

— Adică stațiile de amplificare, spuse Mircea, nu sînt nici ele o descoperire a fizicienilor!

— Precum vezi, dar hai mai departe, căci mai este drum pînă la ieșire.

Am coborît ieșind în afara axului nervos, prin lichidul cefalorahidian în lungul măduvei spinării pînă ce am ajuns la o umflătură a acesteia, pe care am identificat-o ca fiind locul de unde pornesc nervii membrelor anterioare. Le-am arătat prietenilor că aici se găsesc multe celule nervoase care alcătuiesc centrii motori ai mușchilor celor două membre și am propus să mergem în lungul acestor nervi pînă vom ajunge în dreptul unui mușchi, cît mai aproape. Acesta a fost bicepsul drept al lui Vișan. Simțeam prin variațiile de presiune că el nu este în repaus ci din cînd în cînd se contractă și atunci tot ce e în jurul lor este oarecum împins lateral. Mai ales sîngele din vene în acest moment este presat și împins înspre direcția inimii. Am confirmat faptul deja observat că circulația venoasă este ajutată de contracțiunile mușchilor striați, care presînd țesuturile din jur împing sîngele din vene înspre singura direcție permisă de prezența valvulelor, adică înspre inimă.

— Mircea, crezi că motoarele tale sînt destul de puternice ca nava să poată străbate învelișul mușchilor, care este destul de rezistent?

— Numai în os nu o să pot pătrunde cu forța magnetică a navei, dar cred că în orice țesut moale nu o să avem probleme!

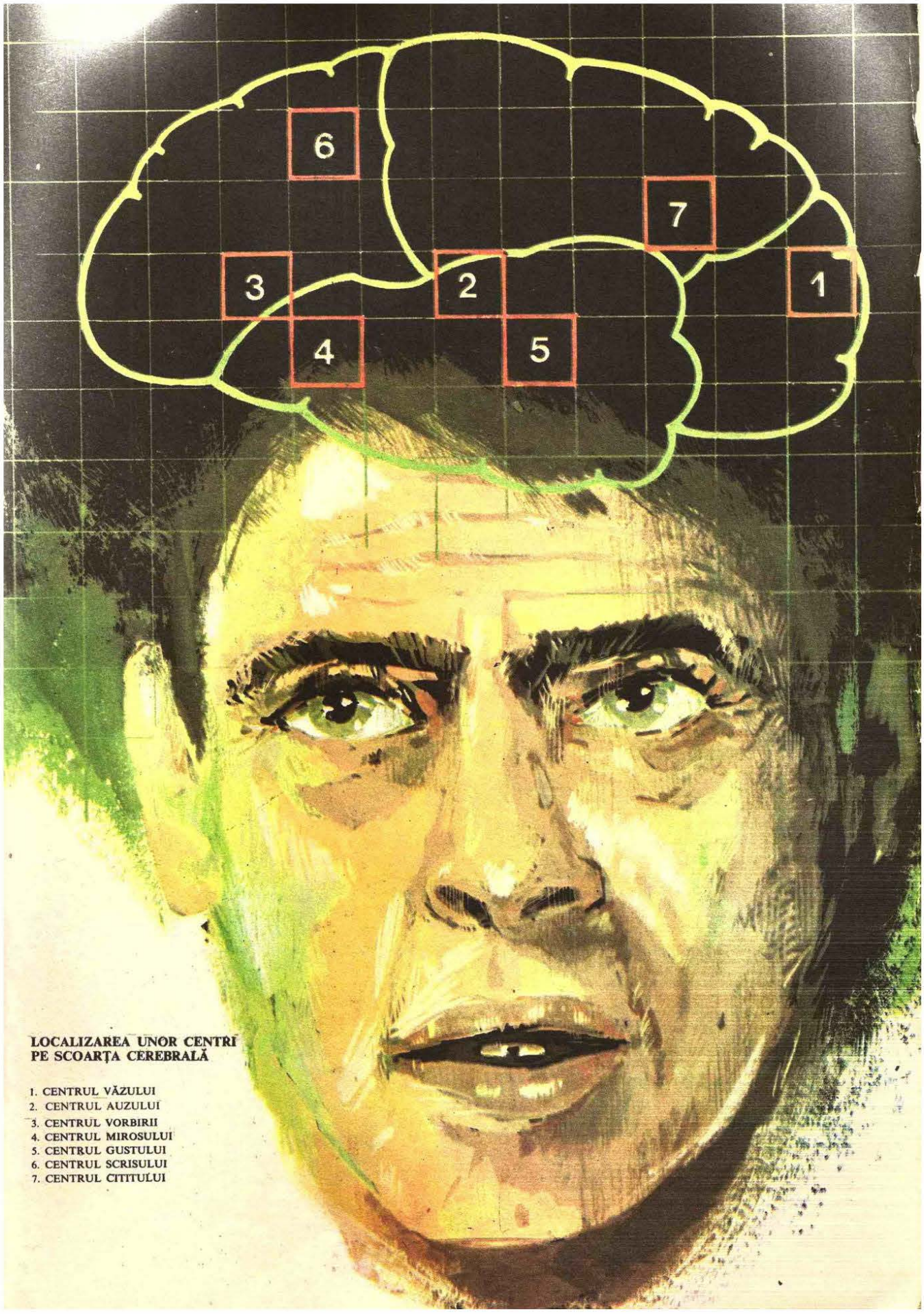
— Hai atunci și intră pe aici, prin acest înveliș, în interiorul bicepsului. Pe Vișan îl rog să ne comunice dacă simte ceva.

Nu era ușor să străbați această învelitoare numită *perimisium*, alcătuită din fibre conjunctive și elastice foarte des întrețesute, dar pînă la urmă am ajuns în interior, unde se vedeau fasciculele de fibre musculare, alungite și colorate bine în roș.

— Culoarea aceasta se datorește atît sîngelui care circulă abundent prin mii de capilare, cît mai ales prezenței în fibra musculară a unei hemoglobine speciale, numită *miohemoglobină*, care are capacitatea de a fixa oxigenul la o tensiune destul de scăzută și poate apoi să îl elibereze de asemenea la o tensiune scăzută, punînd astfel la dispoziția contracțiunii musculare cantitatea de gaz necesară fenomenelor de oxidare din timpul scurtării mușchiului.

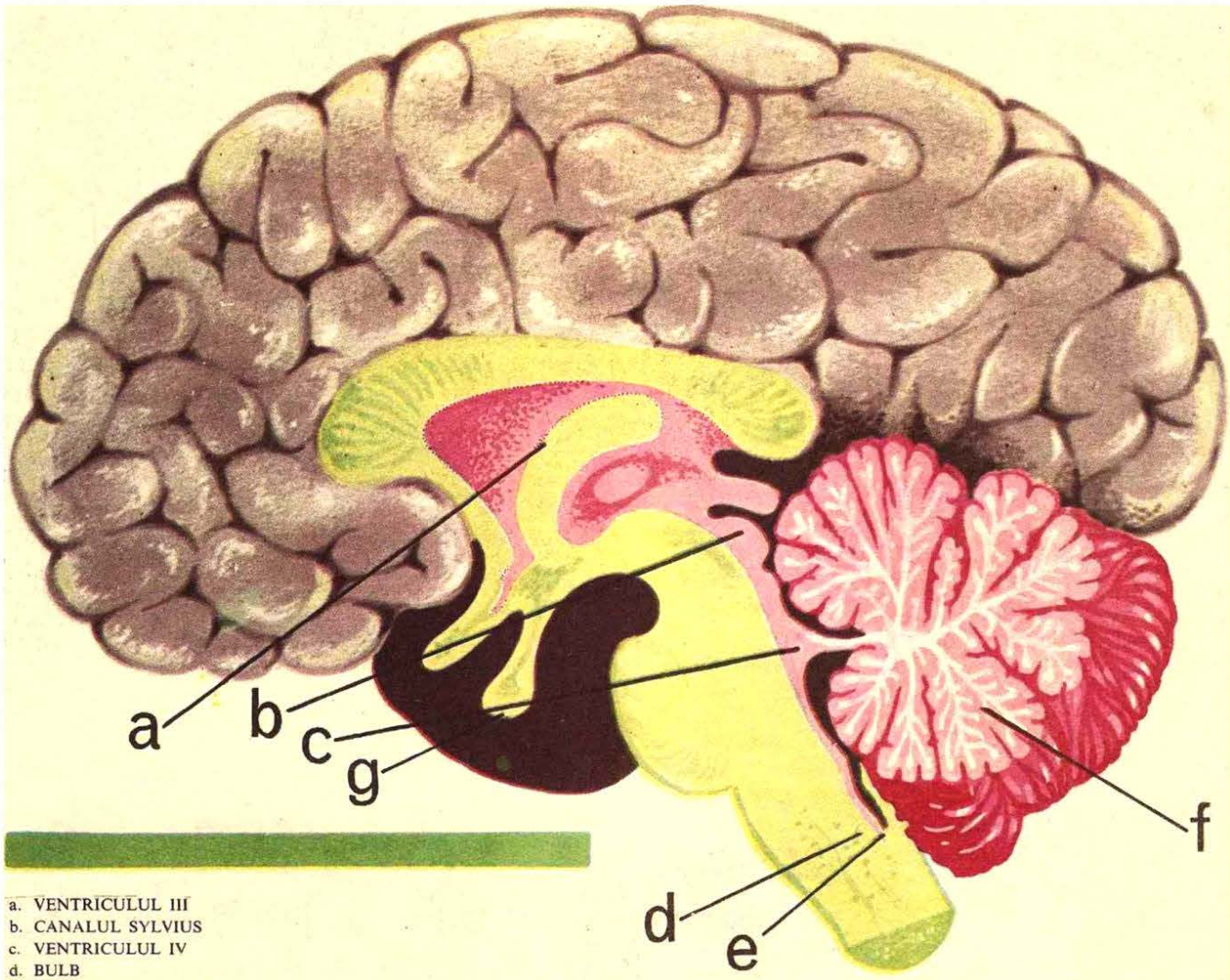
Perimisium-ul despărțea spre interior fascicule de fibre musculare și în jurul cîtorva el lua numele de *endomisium*, alcătuind niște asociații de fibre care primeau ramificațiile unui nerv motor ce ajungea la plăcile motoare. Din interiorul fibrelor porneau spre exterior niște fibre nervoase senzitive, care ajungeau pînă în ganglionii spinali ai măduvei și de acolo la celulele care trimiteau axonul lor motor la plăcile motoare amintite. Am făcut o schemă a acestei inervații și le-am explicat prietenilor mei rostul acestei inervații duble.

— Inițial influxul nervos motor primit de la excitarea unui receptor periferic, ajunge la placa motoare și prin ea determină contracțiunea fibrei. Prin scurtarea acesteia în interiorul ei se schimbă presiunea și acolo pe unele din fibre se găsesc niște terminațiuni nervoase senzitive, care formează așa-numitele fusuri neuro-musculare, care aduc informații asupra stării de presiune (deci de contracțiune) a fibrei chiar la celula motoare din măduvă care a determinat influxul de contracțiune inițial. Astfel centrul de comandă este înștiințat de felul cum se realizează comanda și dacă aceasta nu este suficient de puternică (ceea ce se „constată" apreciind influxurile venite de la fusul neuro-muscular) atunci se



LOCALIZAREA UNOR CENTRI PE SCOARȚA CEREBRALĂ

1. CENTRUL VĂZULUI
2. CENTRUL AUZULUI
3. CENTRUL VORBIRII
4. CENTRUL MIROSULUI
5. CENTRUL GUSTULUI
6. CENTRUL SCRISULUI
7. CENTRUL CITITULUI



a. VENTRICULUL III
b. CANALUL SYLVIUS
c. VENTRICULUL IV
d. BULB
e. CANALUL EPENDIMAR
f. CEREBELUL
g. HIPOFIZA

intensifică influxurile motoare secundare şi se întăreşte contracţiunea.

— Adică, spuse Vişan, este o conexiune inversă, ca în toate fenomenele de feed-back. Aşa îmi explic de ce atunci cînd vreau să ridic un obiect pe care îl apreciez din vedere ca nefiind prea greu şi cînd constat că totuşi el depăşeşte prevederile mele, efortul iniţial pe care îl fac se întăreşte imediat cu unul nou şi mai puternic, astfel că pînă la urmă pot ridica obiectul cu destulă siguranţă.

— Cam aşa se întîmplă lucrurile în toate eforturile noastre musculare. Adaptarea perfectă a contracţiunii la efortul necesar se face în însuşi cursul contracţiunii musculare.

Am ajuns acum chiar în interiorul unei fibre musculare. Se vedeau miofibrilele aşezate paralel, cu discurile clare şi întunecate. Vişan era în repaus, dar l-am rugat să-şi contracte puţin de tot bicepsul. Fibra care era dedesubtul nostru s-a contractat umflîndu-se şi un fel de tremurătură continuă arăta activitatea ei de contracţiune. Măsurînd variaţiile electrice Mircea a constatat că de la fusurile neuro-musculare pornesc mereu unde de depolarizare înspre în afara fibrei, iar prin fibrele motoare vine din cînd în cînd cîte un impuls mai puternic la placa motoare şi atunci se constată că aceasta suferă un fel de uşoară bombare, iar fibra musculară o contracţiune mai evidentă.

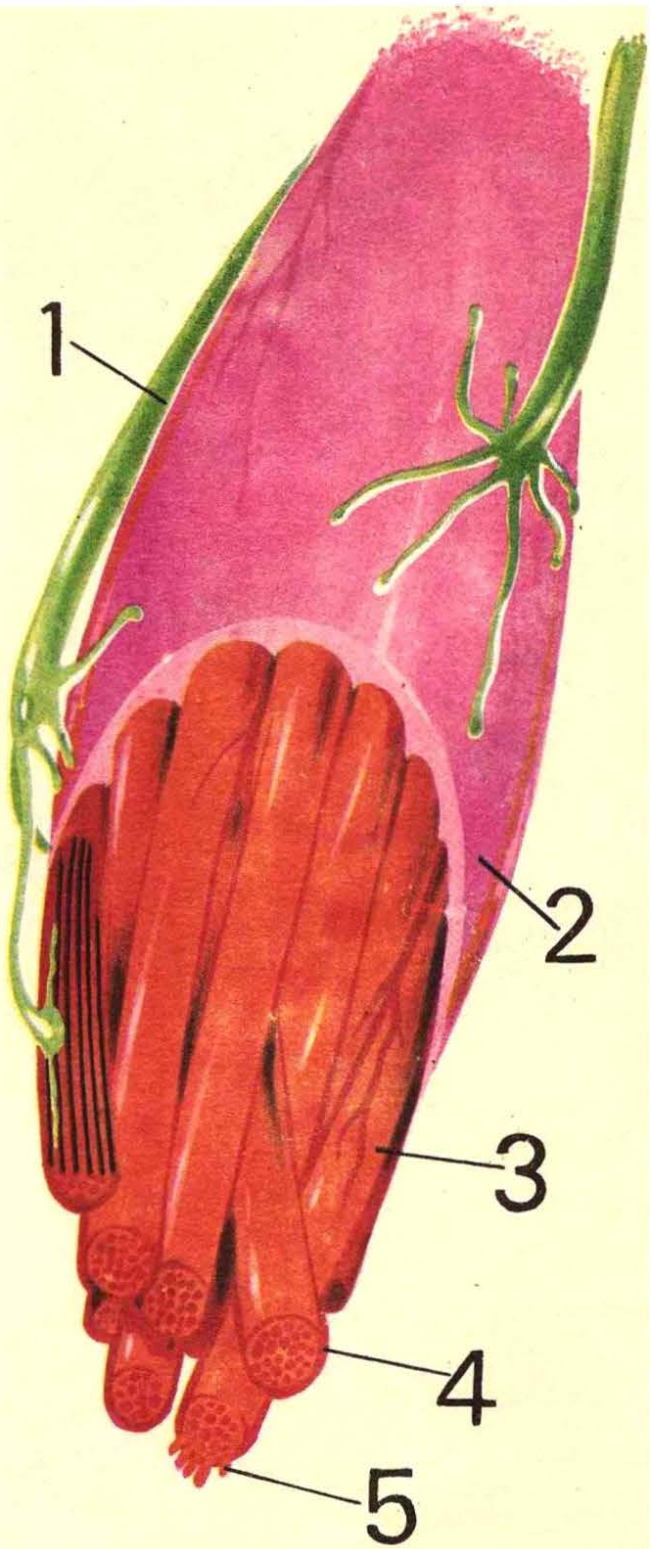
— Aşa se petrece contracţia musculară. Ea este propriu-zis o succesiune de contracţiuni de tip tetanic, menţinute de influxuri motoare ce vin în salve, dar controlate de influxuri senzitive ale fusurilor neuro-musculare, ce pleacă continuu la centrul motor adaptînd influxurile motoare la un anumit nivel de intensitate, corespunzînd activităţii de contracţiune necesare.

— Este din nou un clasic şi perfect mecanism de reglare feed-back, spuse Vişan de la exterior. Vă ştiu în biceps şi vă detectez cu scintilatorul exact unde sînteţi, dar nu vă simt deloc. Aţi vrea să-mi daţi de ştire unde vă găsiţi?

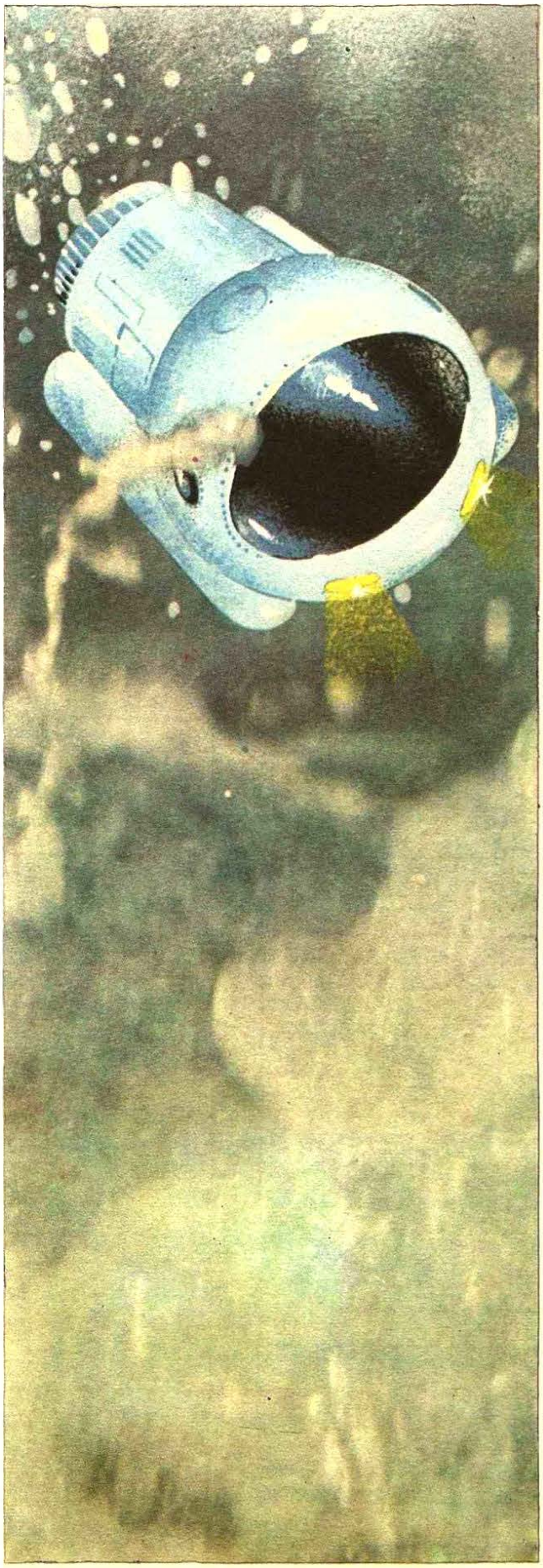
Mircea a descărcat o excitație magnetică puternică în jur și atunci Vișan a pus mîna exact pe locul sub care a simțit o contracțiune locală. El corespundea cu locul marcat de scintilator.

Vișan ne-a amintit că e seară afară și că ar fi cazul să ieșim ca să putem lua o cină cumsecade. Într-adevăr vremea a trecut pe neobservate. Ne era foame, dar ceea ce vedeam pe aici era așa de interesant că am uitat cu totul de mîncare. Am hotărît deci să ieșim. Mircea a ieșit din mușchi, s-a strecurat printre fibre și fel de fel de țesuturi ale brațului și a ajuns din nou în lichidul cefalorahidian al măduvei; apoi am urcat spre cap și am intrat prin peretele ventriculului IV în apeductul lui Sylvius ca să ajungem în ventriculul III.

Ne-am întors prin ventriculul III și am luat-o înainte înspre locul unde intră nervul olfactiv și în lungul acestuia am ajuns la lama ciuruită a etmoidului pe unde ne-am strecurat în mucoasa nazală. Vișan ne-a detectat cu scintilatorul, și printr-o ușoară încordare a cavității nazale am ajuns pe o lamă de sticlă. Ne-a pus astfel pe platforma aparatului de micșorat-mărit și după cîteva manevre, în sunetul de orgă electronică, am ajuns din nou la talia normală. Am ieșit din navă și ne-am destins plimbîndu-ne prin laborator, hotărîți să petrecem cel puțin o noapte în paturile noastre de acasă. Era bine să fii tu însuți, cu toate că nici micșorați nu eram alții. Dar raportul de mărimi din jurul nostru acum era cel normal și asta ne dădea o stare stenică deosebit de puternică. Dar fiindcă mai aveam de văzut ceva din structura mușchilor și oaselor, am considerat că ne găsim într-o scurtă vacanță.



1. AXON (NERV)
2. PERMISIUM
3. FIBRE MUSCULARE
4. ENDOMISIUM
5. MICROFIBRILE



23

SFÎRŞITUL NEAŞTEPTAT AL AVENTURII NOASTRE

Am stat cîteva zile să ne odihnim, să recapitulăm unele lucruri văzute şi să ne precizăm fiecare noile cunoştinţe. În acea seară, după ce ne-am hrănit bine, eram cu toţii entuziaşti de tot ceea ce am făcut şi văzut în această călătorie fantastică. Mircea făcea deja planuri mari pentru alte explorări. I-ar fi plăcut să poată intra într-o plantă, să vadă cum stau acolo lucrurile vieţii. Vişan spunea că acum e rîndul lui să facă o astfel de călătorie, poate într-un animal exotic. Toţi visam încă cu ochii deschişi la ceea ce mai puteam face cu aceste descoperiri ale prietenilor mei.

A doua zi însă Mircea a fost chemat urgent la minister. Cînd s-a înapoiat ne-a spus că trebuia să plece chiar a doua zi la un congres de fizică şi că Vişan va trebui să îl însoţească, împreună cu alţi cîţiva colegi. Era vorba de a reprezenta ţara la întrunirea cea mai importantă din domeniul fizicii nucleare, unde se vor expune pentru prima dată rezultatele asupra cercetărilor legate de structura nucleului atomic, domeniu în care ştiinţa românească are cercetări de seamă. Astfel planurile noastre de ieriseară se amînară un timp. Acum abia aveau vreme să se pregătească de plecare, să ia contact cu ceilalţi colegi şi să revadă comunicările pe care le vor prezenta la congres.

— Tu, Eugen, o să pleci acasă acum. Odihneşte-te puţin şi fă planul pentru a continua explorarea corpului lui Vişan, acolo unde încă nu am putut ajunge. Astfel vom încheia călătoria noastră într-un corp omenesc. Poate te gîndeşti şi la alte călătorii.

— Deja m-am gîndit la aşa ceva : aş fi curios să cunoaştem cum funcţionează respiraţia branhială la peşti sau cea pulmonară la păsările ce se pot ridica la mari înălţimi, unde aerul se rarefiază. Chiar explorarea corpului unui gîndac mi se pare deosebit de interesantă. La toate aceste animale sînt încă multe fenomene necunoscute şi sînt sigur că pătrunzînd în intimitatea organelor o să ajungem să ştim şi mai multe despre felul cum ele trăiesc. Aşa că nu s-au terminat posibilităţile noastre de a face călătorii.

Prietenii mei au plecat a doua zi. Eu m-am înapoiat acasă. Timpul îmi era ocupat cu scrierea acestei povestiri fantastice, din care am învăţat multe şi am

văzut multe. După cîteva zile ziarele relatau despre succesele repurtate de fizicienii români la acel congres cu subiect nuclear şi eram mîndru să văd numele lui Mircea Olaru şi Valer Vişan des citate în plenara şi secţiile de comunicări ale întrunirii fizicienilor din toată lumea.

Dar la 6 zile după plecarea amicilor mei s-a produs un cutremur de pămînt la Bucureşti, care a fost deosebit de serios şi a provocat dărîmarea multor case şi a cauzat moartea multor oameni sub dărîmături.

Eram îngrijorat de soarta clădirilor în care era instalaţia lui Mircea şi Vişan. Numai după ce aceştia s-au înapoiat urgent în ţară mi-au telefonat că tot laboratorul a fost dărîmat şi că sub molozul celor cîteva etaje de deasupra a fost prinsă şi nava noastră, aşa cum am lăsat-o după ce am ieşit din ea. Moş Ion nu era la laborator, căci seismul s-a produs seara şi el apucase să plece, dar a doua zi cînd a venit şi a văzut clădirea distrusă a plîns şi plînge şi acum ca un copil.

Mircea resemnat îmi spune la telefon:

— Dragul meu, s-a terminat deocamdată cu proiectele noastre. Totul a fost distrus. La aşa ceva nu m-am putut gîndi niciodată, aşa că nu am luat nici o măsură pentru a adăposti toată instalaţia şi nava „Harvey". Nu-ţi spun cît sînt de mîhnit. O viaţă a mea a căzut sub dărîmături... Numai că nu e voie să mă tînguiesc prea mult. În faţa catastrofelor omul încă nu are putere. Şi cutremurul a fost o mare catastrofă, care a provocat moartea multor oameni nevinovaţi. În acest tragic bilanţ intră şi nava noastră. Nu mă dau bătut. E un viitor mult prea mare în ceea ce am făcut pentru ca omenirea să nu profite de pe urma lui. O să refac tot ce pot ca să asigur oamenilor cel puţin un zbor fără combustibili costisitori, o uşurare în ridicarea greutăţilor, o viaţă mai bună şi mai uşoară. Asta a fost şi este scopul cercetărilor mele.

După ce tragedia provocată de cutremur a mai trecut, la cîteva luni i-am chemat pe prietenii mei de drum să vină la Cluj şi să mă însoţească în munţi pentru o săptămînă. I-am luat cu maşina şi ne-am dus la Tîrgul Lăpuşului. Am lăsat automobilul la şcoală şi noi am urcat Ţibleşul, unde aveam un vechi prieten, un cioban care de multă vreme mă tot invita să vin la stîna lui să văd cît de minunaţi sînt munţii şi totul în jur. Acolo am urcat într-o dimineaţă noi cei trei călători ai aventurii noastre unice. Am ajuns la stîna situată într-o curmătură a muntelui, la care era adăugată încă o cameră cu paturi de lemn pe care era o cergă de brad. Baciul ne-a primit cu drag ca pe oaspeţi mult aşteptaţi. În prima seară Mircea le-a vorbit ciobanilor adunaţi în jurul unei vetre în care acum mai sclipeau scînteile unui jăratec acoperit de cenuşă şi care răspîndeau în jur o căldură plăcută, despre stele, despre cer, despre ce fel de fenomene se petreceau acolo în depărtările infinite ale cosmosului. Oamenii l-au ascultat şi s-au minunat de felul simplu cum îi făcea să înţeleagă aceste fenomene de care ei ştiau prea puţin. Ziua ne plimbam pe creste şi vîrfuri, la amiază tîrziu descindeam în stîna de la curmătură şi în timpul preumblărilor noastre vorbeam despre călătoria în corpul lui Vişan. Aceste discuţii erau acum secretul nostru şi îl trăiam la fiecare amintire a unuia sau a altuia.

După acest timp minunat în care ne-am spălat creierul de tot ce era neplăcut şi ne-am aerisit plămînii cu aerul curat al înălţimilor şi cu soarele arzător al munţilor, ne-am întors fiecare la rosturile lui.

Eu am continuat să scriu această povestire, care face parte din domeniul fantasticului. E mai bine aşa. Puţini mă vor crede. Dar realitatea poate fi de multe ori mai incredibilă decît orice fantezie. În cursul scrierii ei am mai fost de cîteva ori la Bucureşti şi am discutat cu prietenii mei drumul pe care l-am străbătut pentru prima dată în lume în corpul lui Vişan. Ei erau din nou plini de speranţe pentru a-şi reface ceea ce cutremurul a distrus. Dar era nevoie de timp, de bani şi de multă, multă muncă. Cînd se va putea vom relua aventura noastră. Pînă atunci însă e bine ca cea avută să nu se piardă.

Dragă cititorule, dacă ai avut răbdarea să termini această povestire, ai învăţat cîte ceva din puterea ştiinţei şi despre cum este alcătuit şi cum funcţionează corpul nostru, despre care ştim atît de multe şi totuşi atît de puţine. Ţi-ai dat seama că e nevoie să îl cunoaştem şi încă să-l cercetăm, căci el mai are multe fenomene şi structuri care nu sînt complet lămurite. El este tot ce viaţa a putut crea mai perfecţionat în cursul miliardelor de ani de cînd există şi evoluează ea pe Pămînt.

SUMAR

DIN PARTEA AUTORULUI 5

1
SĂ NU-ŢI VINĂ SĂ CREZI ! 5

2
CEA MAI MINUNATĂ FABRICĂ A VIEŢII 13

3
VIŞAN NE ÎNGHITE ÎNTR-UN PAHAR CU APĂ 17

4
O GLANDĂ CU FUNCŢIE DUBLĂ . . 27

5
PIERDUŢI ÎN LUNGUL INTESTINULUI 30

6
PRINŞI ÎN CURENTUL SÎNGELUI 39

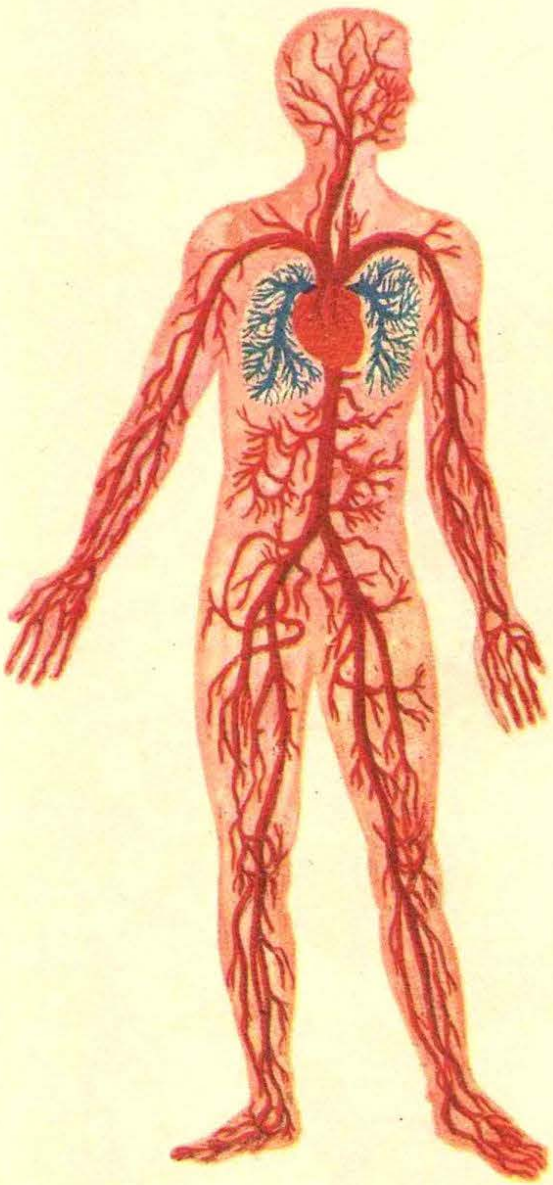
7
ÎN CEL MAI MARE LABORATOR AL CORPULUI 46

8
MEDITAŢII ÎNAINTEA SOMNULUI . . 54

9
NEPREVĂZUTUL 57

10
LICHIDUL INCOLOR AL CORPULUI 61

11
POMPA CE ÎMPINGE SÎNGELE ÎN PULMONI 65



12
UNDE SÎNGELE SE ÎNTÎLNEŞTE CU AERUL 74

13
DE AICI SÎNGELE OXIGENAT SE ÎMPRĂŞTIE ÎN TOT CORPUL 82

14
PE CANALELE LICHIDE ALE CORPULUI 85

15
UN ORGAN FĂRĂ DE CARE SE POATE TRĂI 88

16
FILTRUL CARE „DEPOLUEAZĂ“ SÎNGELE . . 91

17
LOCUL UNDE SE FORMEAZĂ „BURTA“ 101

18
DE UNDE NE VINE STAREA DE VEGHE ? . . . 102

19
MECANISME TIPICE DE „FEED-BACK“. TIROIDA ŞI PARATIROIDA . . 107

20
DETECTORUL LUI PAVLOV 111

21
DIN NOU AFARĂ. AMENAJĂRI NOI 113

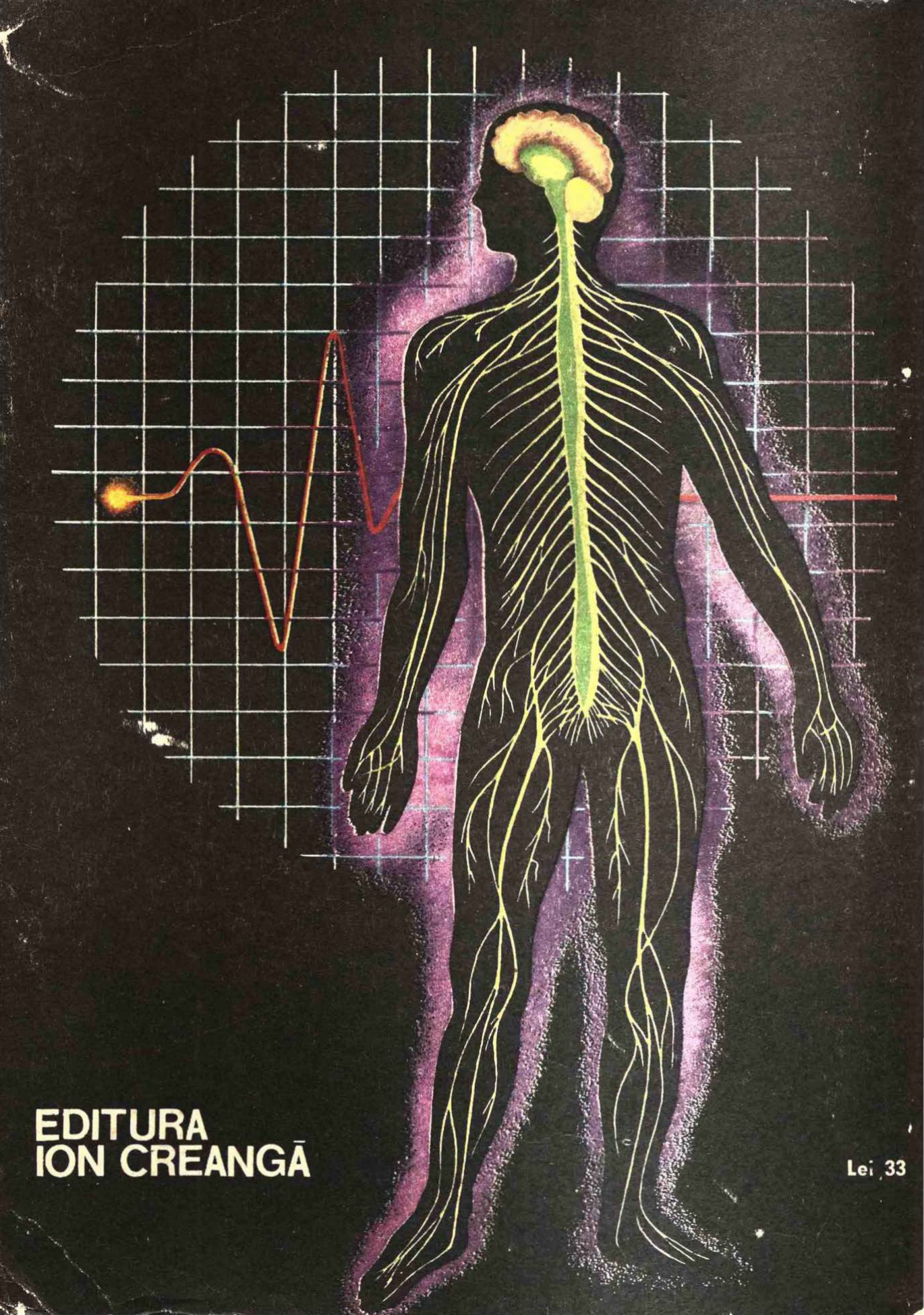
22
MAI COMPLICAT DECÎT ORICE COMPUTER TEHNIC . . . 116

23
SFÎRŞITUL NEAŞTEPTAT AL AVENTURII NOASTRE . . 138

LECTOR AURELIA SZÁSZ
TEHNOREDACTOR FLORENTINA PREDA

BUN DE TIPAR 30.X.1985
APĂRUT 1985
COLI DE TIPAR 18

ÎNTREPRINDEREA POLIGRAFICĂ OLTENIA «CRAIOVA»



EDITURA
ION CREANGĂ

Lei 33